



UFRR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

FRANCISCA EDJANE MARCELINO MAGALHÃES

INDICADORES BIOLÓGICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA DO IGARAPÉ
CARANÃ, BOA VISTA - RORAIMA

Boa Vista

2011

FRANCISCA EDJANE MARCELINO MAGALHÃES

INDICADORES BIOLÓGICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA DO IGARAPÉ
CARANÃ, BOA VISTA - RORAIMA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Recursos Naturais do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – PRONAT da Universidade Federal de Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais, na área de concentração em Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucília Dias Pacobahyba

Co-orientador: Prof. Dr. Marcos José Salgado Vital

Boa Vista

2011

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central Profª Maria Auxiliadora de Sousa Melo

M188i Magalhães, Francisca Edjane Marcelino
Indicadores biológicos da qualidade da água do Igarapé Caranã, Boa Vista - Roraima / Francisca Edjane Marcelino Magalhães. -- Boa Vista, 2011.
105 p. : il.

Orientador: Profª. Drª. Lucília Dias Pacobahyba.
Co-orientador: Profº. Dr. Marcos José Salgado Vital.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais.

1 – Diatomáceas. 2 – Água. 3 – Igarapé Caranã . 4 – Amazônia. 5 - Roraima . I - Título. II – Lucília Dias Pacobahyba (orientador).

CDU 582.261.1

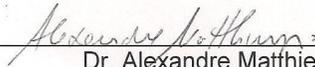
FRANCISCA EDJANE MARCELINO MAGALHÃES

INDICADORES BIOLÓGICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA DO IGARAPÉ CARANÃ, BOA
VISTA-RORAIMA

Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do
Curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade
Federal de Roraima, defendida em 28 de março de 2011 e
avaliada pela seguinte Banca Examinadora:



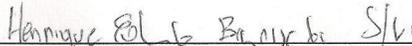
Profa. Dra. Lucilija Dias Pacobahyba
Orientadora - UFRR



Dr. Alexandre Matthiensen
Membro - EMBRAPA/RORAIMA



Dra. Carolina Volkmer de Castilho
Membro - EMBRAPA/RORAIMA



Prof. Dr. Henrique Eduardo Bezerra da Silva
Membro - UFRR

Prof. Dr. Vladimir de Souza
Membro - UFRR

Dedico

Aos meus amados e queridos pais, Edilson Magalhães Silva e Maria Marcelino Magalhães, que me ensinaram que a educação é o melhor caminho para nos tornarmos pessoas melhores e realizadas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que participaram, direta ou indiretamente, dos momentos que findaram com a dissertação e proporcionaram uma grande felicidade com a realização desse sonho.

À Deus, o meu guia, que sempre está ao meu lado me incentivando a não desistir e passar por todos obstáculos que a vida me impõe, iluminando-me, dando-me coragem e mostrando-me nas pequenas coisas que vale a pena lutar pelos meus sonhos.

À CAPES, pelo apoio financeiro através da bolsa de estudo, que permitiu o desenvolvimento desta pesquisa.

À Universidade Federal de Roraima, através do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – PRONAT, que possibilitou-me desenvolver os estudos referentes à dissertação, sob a coordenação do Prof. Dr. Marcos José Salgado Vital e vice-coordenação da Prof^a. Dr^a. Gardênia Holanda Cabral.

Ao Departamento de Biologia, pelo acesso aos seus laboratórios na realização desta pesquisa.

A minha orientadora professora Dr^a. Lucília Pacobahyba pela orientação, e disposição para ajudar sempre e compartilhar seus conhecimentos. Tivemos momentos difíceis, mas sempre acreditei na sua capacidade.

Ao meu co-orientador, Dr. Marcos José Salgado Vital, pelas necessárias e valiosas correções do texto da dissertação.

Aos meus pais, pessoas dignas e maravilhosas que amo e respeito imensamente, pelos ensinamentos, e amor passados para mim e meus irmãos, mostrado-nos que as dificuldades fazem parte do aprendizado e nos ajudam a refletir e lutar pelos nossos objetivos.

Aos meus irmãos Edna Paula, Ednailda, Telma, Edson e Éder, por mim apelidados carinhosamente de Titinha, Dinha, Tema, Eton, e Edinho,

respectivamente, pelo carinho, força, amor e por sempre acreditarem na minha capacidade. Em especial a minha irmã “Titinha”, que sempre foi como uma mãe e é, com certeza, uma das principais responsáveis pelo meu sucesso.

Ao meu marido Bruno Scacabarossi, meu amor, meu amigo, conselheiro, confidente, pelo carinho, força, paciência e até ajuda em campo, estando ao meu lado durante toda essa caminhada, principalmente nos momentos difíceis, dando-me coragem para enfrentar e ultrapassar os obstáculos que apareceram.

Aos colegas da turma de mestrado, principalmente, Izabel Pinheiro, Letícia Godinho Pezent, Eliana Fernandes Furtado e Naiara Marta C. dos Santos, grandes amigas com as quais compartilhei muitos momentos que ficarão guardados para sempre.

Ao Dr. Sergio Melo que muito contribuiu para produção do meu projeto e dissertação, pela receptividade em sua casa, no período de estudo na cidade de Santarém – PA, além dos valiosos ensinamentos.

À Doutoranda Andréia C. Pereira, uma grande amiga, que me recebeu em sua casa na cidade de Santarém - PA, durante o estágio, e muito contribuiu na preparação das lâminas permanentes e nas identificações das diatomáceas, além das preciosas lições ensinadas.

À Doutoranda Evelyn Loures de Godoy, por esclarecer várias dúvidas relacionadas à identificação das diatomáceas.

À Dra. Saionara Salomoni, pelos preciosos esclarecimentos sobre o uso de diatomáceas bioindicadoras.

Ao Dr. Eduardo L. Lobo, (foi um privilégio conhecê-lo) pela maravilhosa recepção na UNISC-RS, para um estágio no laboratório de limnologia, e por ser um grande incentivador desse trabalho.

À Mestre Maria Aparecida Neves, pela ajuda na construção do projeto do mestrado e os inúmeros conselhos não só referentes ao mestrado, mas para à vida.

Ao mestrando da UNISC – RS José Guilherme Voos, pela valiosa ajuda na análise estatística e tabulação dos dados.

Ao técnico Marcio Sena Teixeira, pelo acompanhamento e colaboração em algumas das coletas.

Ao fotógrafo da UFRR Roberto Carlos Caleff, pela colaboração através do registro em campo da maioria das imagens presentes neste estudo.

Às estagiárias do laboratório de limnologia da UFRR, Anielle de Sousa da Conceição, Maria Madalena Oliveira da Silva e Raissa Maria Sampaio de Paiva pela ajuda e, principalmente, pelas risadas proporcionadas durante o estudo.

Aos estagiários do laboratório de microbiologia Jeffrson França e Andréia Alencar, pela ajuda nas análises microbiológicas.

À estagiária do laboratório de limnologia da UNISC - RS, Valéria Louzada Leal, pela importante colaboração na montagem das pranchas de diatomáceas, no levantamento bibliográfico e pela companhia durante minha estada em sua cidade.

À geógrafa Luciana Morais, pela ajuda na confecção do mapa do igarapé Caranã.

À bibliotecária Ângela Maria Moreira Silva, pela colaboração na normalização desta dissertação.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram.

Você não sabe o quanto eu caminhei pra chegar até aqui, percorri milhas e milhas antes de dormir, eu não cochilei. Os mais belos montes escalei, nas noites escuras de frio chorei. A vida ensina e o tempo traz o tom pra nascer uma canção com a fé do dia-a-dia encontrar a solução (Cidade Negra).

RESUMO

As algas diatomáceas apresentam-se distribuídas em diversos ambientes aquáticos e respondem rapidamente a mudanças ambientais, por essas razões têm sido usadas como indicadoras de contaminação orgânica e eutrofização. São conhecidas respostas de muitos táxons às mudanças ambientais e tolerância à composição química da água e ao pH, como também à poluição orgânica (saprobidade). Visando aprofundar os estudos sobre as diatomáceas do igarapé Caranã, Boa Vista – RR foi desenvolvido o presente estudo, que teve por objetivo avaliar a qualidade da água do igarapé Caranã, utilizando parâmetros físico-químicos e biológicos. No período seco (novembro e dezembro de 2009 e janeiro de 2010) e no chuvoso (abril, maio e junho de 2010), foram feitas amostragens de diatomáceas epífitas em quatro pontos, ao longo do igarapé Caranã, tendo o material sido oxidado e posteriormente, preparadas lâminas permanentes. Simultaneamente, foram determinados o pH e a temperatura da água, como também coleta da água para análises microbiológicas. Foram registrados 90 táxons, em nível específico, divididos em 20 gêneros e 13 famílias. As famílias mais representativas foram a Eunotiaceae e Pinnulariaceae. *Eunotia* e *Pinnularia* foram os gêneros mais representativos, com 28 e 14 táxons, respectivamente. Um total de 24 espécies foram consideradas abundantes: *Actinella mirabilis* (Eulenstein ex Grunow) Grunow, *Brachysira rostrata* (Krasske) Metzeltin e Lange-Bertalot, *Brachysira* sp., *Encyonema perminutum* Krammer, *Encyonopsis frequentis* Krammer, *Eunotia* cf. *bilunaris* (Ehrenberg) Mills, *E. incisa* Gregory var. *incisa*, *E. luna* var. *aequalis* Hustedt, *E. paludosa* Grunow aff. *paludosa*, *E. synedraeformis* var. *angustata* Hustedt, *E. transfuga*, *E. yanomami* Metzeltin e Lange-Bertalot, *Fragillaria javanica* Hustedt, *Frustulia rhomboide* (Ehrenberg) De Toni var. *rhomboides*, *F. saxonica* Rabenhorst, *F. undosa*, *Frustulia* sp., *Gomphonema archeavibrio* Lange-Bertalot; Reichardt, *G. lagenula* Kützing, *Luticola monita* (Hustedt) D.G. Mann, *Pinnularia brauniana* (Grunow) Mills, *P. divergens* W. Smith (sensu lato), *Stenopterobia delicatissima* (Lewis) Van Heurck sensu lato, *Surirella linearis* var. *constricta* Grunow. Todas as espécies caracterizadas junto com o pH corroboraram os dados da literatura pesquisada, onde considera-se, portanto, as águas do igarapé Caranã, pela presença e abundância dos gêneros *Eunotia* e *Pinnularia*, como tropicais, oligotróficas e ácidas. As espécies encontradas no estudo são citadas pela primeira vez para o Estado de Roraima.

Palavras chaves: Amazônia; Roraima; Diatomáceas; Igarapé Caranã; Água

ABSTRACT

The algae diatoms present were distributed in various aquatic environments and respond quickly to environmental changes, they've been used as indicators of organic pollution and eutrophication. The responses are known of many taxa to environmental changes and tolerance to water chemistry and pH, as well as resistance to organic pollution (saprophytic). In order to deepen the study of diatoms in stream Caranã, Boa Vista – RR, this study had as objective to evaluate the quality of water in stream Caranã, using physico-chemical and biological. During the dry season (November and December 2009, and January 2010), and the rainy season (April, May and June 2010) samples were made of epiphytic diatoms were collected at four points along the stream Caranã, where the material was oxidized and, then permanently placed on slides. We determined the pH and water temperature, as well as water collection for microbiological analysis. 90 taxa were recorded, at specific level, divided into 20 genera and 13 families. The most widely represented families were Eunotiaceae and Pinnulariaceae. *Eunotia* and *Pinnularia* genera had 28 and 14 taxa, respectively. A total of 24 species were considered abundant: *Actinella mirabilis* (Eulenstein ex Grunow) Grunow, *Brachysira rostrata* (Krasske) Lange-Bertalot and Metzeltin, *Brachysira sp.*, *Encyonema perminutum* Krammer, *Encyonopsis Frequentis* Krammer, *Eunotia cf. bilunaris* (Ehrenberg) Mills, *E. incisa* Gregory var. *incisa*, *E. luna* var. *aequalis* Hustedt, *E. paludosa* Grunow aff. *paludosa*, *E. synedraeformis* var. *angustata* Hustedt, *E. trasfuga*, *E. yanomami* and Lange-Bertalot Metzeltin, *Fragillia javanica* Hustedt, *Frustulia rhomboide* (Ehrenberg) De Toni var. *rhomboide*, *F. saxonica* Rabenhorst, *F. undosa*, *Frustulia sp.*, *Gomphonema archeavibrio* Lange-Bertalot; Reichardt, *G. lagenula* Kützing, *Luticola monita* (Hustedt) D.G. Mann, *Pinnularia brauniana* (Grunow) Mills, *P. divergens* W. Smith (sensu lato), *Stenopterobia delicatissima* (Lewis) Van Heurck sensu lato, *Surirella linearis* var. *constricta* Grunow. All species featured along with the pH data corroborate the literature, where it is considered, therefore, the waters of the stream Caranã, the presence and abundance of *Eunotia* and *Pinnularia*, and tropical, oligotrophic and acidic. The species found in the study are first cited in the State of Roraima.

Keywords: Amazon; Roraima; Diatoms; Stream Caranã; Water

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Morfologia básica de diatomáceas penadas, principais elementos ornamentais.	20
Figura 2. Localização do igarapé Caranã na cidade de Boa Vista – RR.....	30
Figura 3. Ponto 1 – Banho próximo à nascente do igarapé Caranã, Boa Vista-RR	31
Figura 4. Ponto 2 – Banho do Porquinho, Boa Vista – RR.....	31
Figura 5. Ponto 3 – Banho próximo à ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre, Boa Vista - RR	32
Figura 6. Ponto 4 – Deságue do igarapé Caranã no rio Cauamé, Boa Vista - RR.....	32
Figura 7. Aspectos da coleta do material botânico no igarapé Caranã – Boa Vista - RR.....	34
Figura 8. Lâminas permanentes de diatomáceas.....	37
Figura 9. Valores de precipitação mensal média durante o período de estudo no igarapé Caranã, Boa Vista - RR.....	40
Figura 10. Igarapé Caranã: a) Ponto 4 do igarapé Caranã no período seco; b) Aumento das águas no rio Cauamé	41
Figura 11. Valores da temperatura da água, durante o período seco, no igarapé Caranã, Boa Vista - RR.....	42
Figura 12. Valores da temperatura da água, durante o período chuvoso, no igarapé Caranã, Boa Vista - RR.....	42
Figura 13. Valores de pH, durante o período seco, no igarapé Caranã, Boa Vista - RR.....	44
Figura 14. Valores de pH, durante o período chuvoso, no igarapé Caranã,Boa Vista - RR.....	44
Figura 15. Representatividade das famílias de diatomáceas no período de estudo no igarapé Caranã, Boa Vista - RR	51
Figura 16. Representatividade dos gêneros de diatomáceas no período de estudo no igarapé Caranã, Boa Vista – RR.....	53
Figura 17. Diatomáceas abundantes nos pontos de coleta nos períodos de seca e de chuva no igarapé Caranã.....	62

Figura 18. Dendrograma resultante da análise de agrupamento baseado na similaridade entre as espécies abundantes de diatomáceas nos períodos de coleta no igarapé Caranã, Boa Vista – RR.....74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-Densidade de coliformes termotolerantes NMP/100ml em amostras de água do igarapé Caranã, Boa Vista,RR.....	46
Tabela 2	- Relação das espécies de diatomáceas encontradas no igarapé Caranã, Boa Vista - RR	47
Tabela 3	- Presença das espécies no período seco e chuvoso no igarapé Caranã, Boa Vista – RR.....	54
Tabela 4	- Espécies abundantes de diatomáceas do igarapé Caranã no período seco e no período chuvoso.....	58

SUMÁRIO

	RESUMO	
	ABSTRACT	
	LISTA DE FIGURAS	
	LISTA DE TABELAS	
1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Qualidade da Água.....	15
1.1.1	Parâmetros Físicos e Químicos.....	16
1.1.2	Parâmetros Biológicos: A Comunidade Perifítica e Microbiológica.....	17
1.1.2.1	Algas Diatomáceas Perifíticas (Bacillariophyceae).....	19
1.2	Estudos Ficológicos na Amazônia.....	22
1.2.1	Diatomáceas como Bioindicadoras.....	24
1.3	Caracterização do Igarapé Caranã.....	25
2	OBJETIVOS	27
2.1	Objetivo Geral.....	27
2.2	Objetivos Específicos.....	27
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Área de Estudo.....	28
3.2	Amostragem.....	29
3.3	Coleta e Preservação.....	33
3.4	Variável Climatológica: Precipitação.....	33
3.5	Variáveis Físicas e Químicas.....	34
3.6	Variáveis Biológicas	35
3.6.1	Grupo Coliforme.....	35
3.6.1.1	Teste Presuntivo.....	35
3.6.1.2	Confirmação de Coliformes Totais.....	35
3.6.1.3	Confirmação de Coliformes Termotolerantes.....	36
3.6.2	Análise das Algas Diatomáceas.....	36
3.6.3	Riqueza de Táxons.....	37
3.6.4	Abundância Relativa das Espécies.....	38
3.7	Análise dos Dados.....	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1	Variável Climatológica: Precipitação.....	39
4.2	Variáveis Físicas e Químicas da água.....	40
4.2.1	Temperatura.....	41
4.2.2	pH.....	43
4.3	Densidade de Coliformes Termotolerantes.....	45
4.4	Composição Florística e Espécies Abundantes do Igarapé Caranã.....	47
4.4.1	Espécies Abundantes.....	58
4.4.2	Caracterização das espécies Diatomáceas Abundantes.....	63
5	Análise dos Dados.....	74
6	CONCLUSÕES	76
	REFERÊNCIAS	78
	Glossário.....	91
	Apêndices.....	93

1 INTRODUÇÃO

A água, além de ser essencial para todas as formas de vida que se desenvolvem na terra, é o composto mais abundante na constituição química de todos os organismos (WETZEL, 1993). Entretanto, a complexidade dos usos múltiplos desse recurso natural pelo homem aumentou, produzindo enorme conjunto de degradação e poluição através dos séculos (TUNDISI, 2003). A preservação e a manutenção da qualidade da água vêm sendo estudada cada vez mais para tentar minimizar os efeitos da poluição nesses ambientes.

A poluição dos ecossistemas aquáticos vem causando preocupação, e esse é um dos grandes problemas ambientais do mundo (DUPONT et al., 2007). É estimado que cerca de 20% de todas as espécies de água doce estão ameaçadas ou em perigo, em razão da construção de barragens, da diminuição do volume de água e dos danos causados por poluição e contaminação (TUNDISI, 2003).

Brasil (2005) define poluição como sendo qualquer alteração nas características físicas, químicas e/ou biológicas das águas que possa constituir prejuízo à saúde, à segurança e ao bem estar da população e, ainda, possa comprometer a fauna ictiológica e a utilização das águas para fins recreativos, comerciais, industriais e de geração de energia.

O crescimento demográfico e o aumento de atividades impactantes em todo mundo também tornaram crescente a preocupação com relação à qualidade das águas. Os lançamentos de substâncias tóxicas, através de efluentes industriais, ou aplicação de pesticidas, podem afetar a qualidade dos recursos hídricos para os organismos aquáticos ou mesmo a saúde humana, por meio do consumo de águas contaminadas.

Outro agravante é o aporte excessivo de nutrientes nos ambientes, mudando as características dos corpos d'água e afetando diversos usos desses recursos, que vão desde a preservação do ambiente aquático até o abastecimento público. Esse fenômeno é denominado eutrofização antrópica ou cultural (LAMPARELLI, 2004). E pode ocorrer devido à coleta de esgoto totalizar apenas 50,6% e, o mais preocupante, que apenas 34,6% dos esgotos são tratados no Brasil (SNIS, 2008).

As fontes de poluição das águas dos rios resultam, entre outros fatores, dos esgotos domésticos, despejos industriais, escoamento da chuva das áreas urbanas

e das águas do retorno de irrigação. Nos ambientes aquáticos, a poluição existente constitui uma ameaça à saúde pública e ambiental. O esgoto é composto por grandes quantidades de matéria orgânica e organismos patogênicos e, ainda, sais minerais, sendo geralmente lançado nos corpos d'água, sem tratamento. Os organismos patogênicos sobrevivem e os sais minerais constituem os nutrientes que são assimilados pela flora existente. O tratamento dos esgotos e efluentes eliminaria os organismos patogênicos e facilitaria o controle do desenvolvimento das plantas fluviais, aumentando a quantidade de oxigênio na água.

1.1 Qualidade da Água

Segundo INEA (2010), a qualidade das águas é representada por um conjunto de características de natureza química, física e biológica. Sendo um recurso comum a todos, foi necessário, para a proteção dos corpos d'água, instituir restrições legais de uso. Desse modo, as características físicas, químicas e biológicas da água devem ser mantidas dentro de certos limites, os quais são representados por padrões, valores orientadores da qualidade de água, dos sedimentos e da biota, seguindo, portanto, leis específicas relacionadas ao seu uso, como a Resolução Conama nº 274/ 2000, que enquadra os ecossistemas aquáticos de acordo com balneabilidade (BRASIL, 2000) e a Resolução Conama nº 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água (BRASIL, 2005).

Diante do crescente aumento da poluição dos ambientes aquáticos, vários estudos vêm sendo realizados no sentido de avaliar a qualidade da água, dando enfoque a métodos físico-químicos e biológicos (LOBO et al., 2002).

Em relação aos métodos físico-químicos, as medições periódicas durante um tempo prolongado aumentam significativamente o seu valor informativo, visto que reduzem o caráter discreto da informação (DUPONT et al., 2007). Já a utilização de métodos biológicos para o monitoramento da qualidade da água apresenta a vantagem de oferecer informações de efeitos ambientais prolongados, ou seja, são capazes de refletir estados não mais existentes no momento da verificação, porém

originados a partir do processo de maturação da comunidade (LOBO et al., 2002; DUPONT et al., 2007;).

Dentre os métodos biológicos mais empregados para verificação da qualidade da água, destaca-se a utilização de bioindicadores, que, segundo Lobo et al.(2002), são aquelas espécies que apresentam tolerâncias estreitas e específicas para os fatores biológicos, com características peculiares para determinar as condições do ambiente que se quer averiguar. Portanto, em condições de poluição nos ecossistemas aquáticos, determinados organismos apresentam respostas fisiológicas e comportamentais que lhes permitem tolerar tais condições. Dentre os bioindicadores dos ecossistemas aquáticos, as algas e os coliformes são organismos bastante utilizados nos estudos sobre qualidade de água, pois possuem características bem conhecidas e apresentam respostas rápidas às alterações ocorridas no ecossistema (DUPONT et al., 2007; GODOI, 2008).

Sendo assim, os métodos de análises físico-químicas complementam os métodos biológicos e, em conjunto, constituem a base para uma correta avaliação da qualidade das águas correntes (ROUND,1991).

1.1.1 Parâmetros Físicos e Químicos

A matriz ambiental é composta por parâmetros - oxigênio dissolvido, temperatura e pH, que, segundo CETESB (2010), são escolhidos devido ao caráter indicador de poluição, da sua influência no metabolismo das comunidades aquáticas, na implicação em seus usos ou na caracterização da qualidade.

Os níveis de oxigênio dissolvido têm papel determinante na capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática. A poluição orgânica de um curso d'água pode ser avaliada pelo decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido e ou pela concentração de matéria orgânica em termos de concentração de oxigênio necessário para oxidá-la (VALENTE et al., 1997).

A temperatura superficial é influenciada por fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. Ela desempenha um papel principal no controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica (CETESB, 2010).

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante nos estudos, no campo do saneamento ambiental. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais é refletido na fisiologia das diversas espécies (CETESB, 2010). As águas brasileiras apresentam pH de 6,0 a 9,0, com a alteração desses valores para mais ou para menos, podendo ocorrer um desequilíbrio no ecossistema e mudanças na estrutura dos organismos aquáticos (GODOI, 2008). A maioria dos igarapés amazônicos é pobre em nutrientes dissolvidos, conseqüentemente, pouco produtivos e com potencial hidrogeniônico (pH) da água ácido. Trabalhos feitos por Sioli (1956) e Junk e Furch (1980) afirmam que a grande maioria das regiões da Amazônia possui águas fortemente ácidas e pobres em sais dissolvidos.

1.1.2 Parâmetros Biológicos: Comunidade Perifítica e Microbiológica

A mais importante coleção de organismos a ser empregada na classificação ecológica dos mananciais é constituída pelas algas, dada a sua presença quase invariável em todos os habitats de águas doces (BRANCO, 1978).

O perifiton é uma complexa comunidade de microrganismos (algas, bactérias, fungos e animais), que, para Wetzel (1993), podem ser autotróficos e heterotróficos, detritos orgânicos e inorgânicos aderidos firme ou frouxamente a substratos submersos, vivos ou mortos. Essas comunidades influenciam o fluxo de nutrientes entre o substrato e a coluna d'água e ainda promovem o intercâmbio entre componentes químicos, físicos e biológicos (LOWE, 1996). Com isso, representam importante papel ecológico no metabolismo de ambientes aquáticos e no estabelecimento de outras comunidades (STEVENSON, 1997).

Segundo Round et al. (1990), as comunidades perifíticas recebem denominações específicas, de acordo com o substrato que estão aderidos, incluindo indivíduos que crescem sobre vegetais (epífiton), sobre rochas (epíliton), sobre grãos de areia (episamon) ou sobre sedimentos argilosos (epipelon).

Para Lowe; Pan (1996), as algas perifíticas desempenham um papel importante nas cadeias alimentares de ambientes aquáticos, fazendo o elo entre os

componentes bióticos e os físico-químicos, sendo que alterações na composição, estrutura e biomassa propulsionarão mudanças na dinâmica das cadeias alimentares desses ecossistemas.

Medidas do metabolismo e biomassa do perifíton associadas às características físicas e químicas da água permitem avaliar, de forma rápida e eficiente, os níveis de poluição dos ecossistemas aquáticos. Vários estudos têm evidenciado o papel das comunidades perifíticas, em especial, das algas perifíticas, como potenciais indicadores na qualidade da água e seu estado trófico (WATANABE, 1990; WHITTON et al., 1991). Segundo Esteves (1998), aproximadamente 96,2% do total da produção primária de igarapés na Amazônia Legal é devida à comunidade de algas do perifíton.

O grupo coliforme tem sido constantemente utilizado como parâmetro para avaliação ambiental, porém inclui gêneros que não são exclusivamente fecais, limitando, assim, sua aplicação como indicador de contaminação fecal de corpos d'água (VITAL, 2004). Devido a isso, atualmente utiliza-se um subgrupo de coliformes, denominado de coliformes termotolerantes, os quais são capazes de fermentar a lactose, com produção de gás em 24 horas, à temperatura de 44-45°C. Além de presentes em fezes humanas e de animais, podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes, tendo como representante a *Escherichia coli*, bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, tendo sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente, pois os termotolerantes são exclusivamente fecais (BRASIL, 2000).

A escolha dos coliformes termotolerantes como indicadores de contaminação se deve ao fato de que: a) estão presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos; b) sua presença na água possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal; e c) são facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água (BRASIL, 2006). Para sua detecção, pode-se utilizar a técnica dos tubos múltiplos, que é simples e de fácil quantificação desse grupo (SILVA et al., 2005).

1.1.2.1 Algas Diatomáceas Perifíticas (Bacillariophyceae)

As diatomáceas compreendem a maioria das espécies presentes no perifiton (PATRICK; REIMER, 1966; COX, 1987). Elas são microscópicas, unicelulares, podendo formar colônias e componentes importantes dos corpos d'água continentais, onde fazem parte da fonte alimentar para a fauna aquática (RAVEN, 1996). E, apesar do seu ainda infrequente uso pelas agências ambientais públicas no país, as comunidades algais, especialmente as diatomáceas, são indicadores valiosos das condições ambientais dos ecossistemas aquáticos devido a diversos fatores (WETZEL et al., 2002).

Atualmente, as diatomáceas estão representadas por cerca de 250 gêneros e 100.000 espécies, que apresentam ampla distribuição geográfica (cosmopolita), ocorrendo ao longo de rios, em estuários, em lagos, no ambiente marinho, sobre diversos substratos, sendo observadas também em ambientes úmidos, gelo e águas termais. As diatomáceas diferem de outros grupos de algas por apresentar uma membrana básica e contínua, constituída de pectina, sobre a qual se deposita uma camada de ácido silícico, formando assim uma carapaça resistente, denominada frústula, que é constituída de duas metades (valvas ou tecas), as quais encaixam uma na outra. A parte superior da frústula é denominada epiteca, e a parte inferior, hipoteca, por sua vez a hipoteca é formada pela hipovalva, e a epiteca é formada pela epivalva (figura 1). Quando a frústula é alongada, as diatomáceas são classificadas como penadas; e na forma circular, como cêntricas. As valvas são ornamentadas com uma série de estruturas, onde a forma, número e disposição constituem caracteres taxonômicos de identificação de gêneros e espécies (LOBO et al., 2002). Uma característica importante da maioria dos gêneros das diatomáceas penadas é a presença de uma ou duas fissuras longitudinais na valva, que constituem o sistema de rafe, dispostas de uma extremidade a outra da valva, ou então separadas, no centro da mesma, por uma barreira de sílica, formando um nódulo central (ROUND et al. 1990).

As diatomáceas, em sua maioria, possuem dimensões na faixa de 25µm a 200µm, podendo esse intervalo ser ainda maior, de 4µm a 500µm (GODOI, 2008).

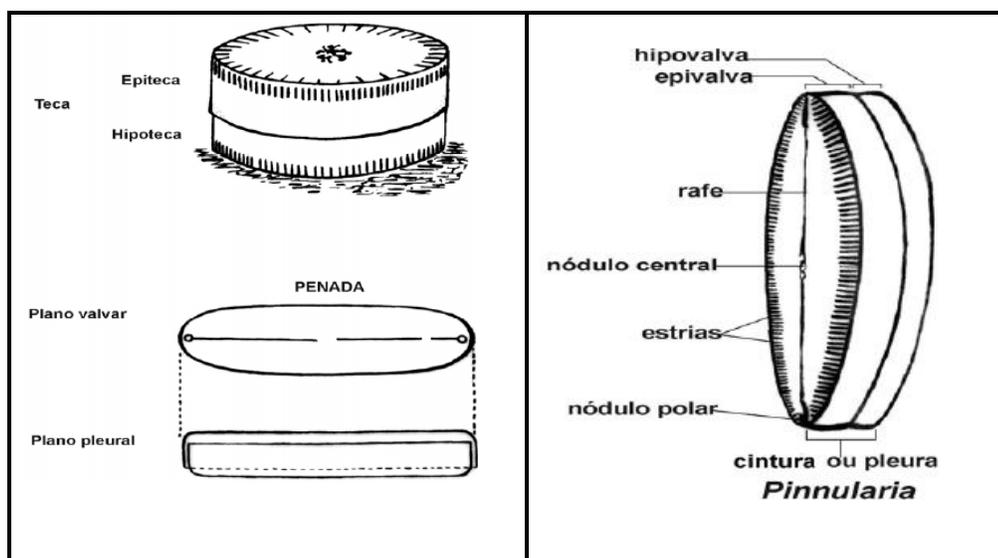


Figura 1. Morfologia básica de diatomáceas penadas, principais elementos e ornamentações. Modificado por Miller; Florin (1989); Vilela (2004).

As algas diatomáceas, por sua ampla ocorrência e por responderem rapidamente a mudanças ambientais, têm sido usadas como indicadores de contaminação orgânica e eutrofização (SALOMONI, 2004). O crescimento populacional e a composição da comunidade respondem sensivelmente a alterações do meio ambiente e diretamente a mudanças em seu ecossistema, e como apresentam hábito sésil, não podem migrar em condições adversas (STEVENSON, 1997). As diatomáceas são consideradas bons parâmetros para avaliar distúrbios ambientais, principalmente por permitir monitorar ambientes muito impactados, onde outros organismos aquáticos são raros ou ausentes (TAYLOR et al., 2007; BEYENE et al., 2009). A composição taxonômica das comunidades de diatomáceas é amplamente utilizada para o monitoramento da qualidade da água. As razões para isso incluem a facilidade com lâminas permanentes, que podem ser preparadas e armazenadas. A amostragem também é relativamente simples e pode ser facilmente adaptada à maioria das regiões geográficas (KELLY, 1998)

A utilização das diatomáceas é vantajosa em inúmeros fatores, desde a disponibilidade no ambiente e facilidade de coleta e conservação, até a elevada quantidade de informações sobre sua ecologia. São, por exemplo, conhecidas respostas de muitos táxons às mudanças ambientais, tolerância à composição química da água e ao pH, resistência à poluição orgânica (saprobiidade), salinidade,

estado trófico (nutrientes), profundidade, grau de turbulência e estratificação (MORO; FÜRSTENBERGER, 1997).

Segundo Lobo et al. (2002), existem algumas vantagens na utilização das diatomáceas como indicadores da qualidade da água, tais como: a) as diatomáceas ocorrem em qualquer lugar ao longo dos rios, da nascente à foz, em estuários e no ambiente marinho; b) algumas espécies desse grupo são muito sensíveis às mudanças ambientais, enquanto que outras são muito tolerantes; c) respondem às mudanças ambientais em curto e longo prazo; d) podem ser facilmente coletadas em grandes quantidades, em superfícies pequenas, e com relativa rapidez; e) o material limpo (material oxidado) pode ser preservado, reexaminado e distribuído a outros laboratórios; as lâminas feitas para identificação são permanentes; f) é um grupo particularmente tratável de algas, já que a parede celular fortemente silicificada (frústula) raramente é danificada quando o material é retirado de substratos naturais ou artificiais; g) a taxonomia baseia-se na morfologia da frústula; h) conhece-se uma boa quantidade de informações sobre sua ecologia.

Os índices biológicos mais comumente empregados utilizando diatomáceas são baseados na diversidade das comunidades ou calculados a partir da preferência ecológica ou da tolerância de uma determinada espécie a uma série de variáveis ambientais (SCHNECK, 2007).

Na Europa, os pesquisadores utilizam vários índices para avaliar a qualidade da água, dando ênfase no estado trófico de águas continentais, como o Índice Trófico de Diatomáceas (TDI) proposto por Kelly; Whitton (1995), onde avaliam a poluição orgânica do ambiente aquático utilizando as diatomáceas.

No Brasil, destacam-se os trabalhos de Lobo et al. (2004a), que propuseram o Índice Biológico de Qualidade da Água (IBQA), que visa avaliar o efeito da poluição na água utilizando diatomáceas indicadoras de poluição, sendo que, para cada espécie, é designado um valor baseado na sua tolerância à poluição, de forma que o somatório dos valores nos oferece uma expressão matemática (um índice) de poluição para o ponto de coleta examinado.

1.2 Estudos Ficológicos na Amazônia

O estudo da ficoflórula da Amazônia teve início com a coleta de material no rio Coari-AM, tendo Ehrenberg (1843) divulgado a ocorrência de espécies de diatomáceas. Mas, segundo Pereira (2009), somente a partir da segunda metade do século passado foi registrado um pequeno aumento nas publicações, como as de Husted (1952a; 1952b; 1955a; 1955b e 1965), que apresentam descrições de várias espécies novas, pertencentes principalmente aos gêneros *Achnanthes* Bory, *Actinella* Lewis, *Cocconeis* Ehrenberg, *Cymbela* Agardh, *Eunotia* Ehrenberg, *Fragilaria* Lyngbye, *Navicula* Bory, *Peronia* Brébisson; Arnott ex Kitton e *Pinnularia* Ehrenberg; e Uherkovich (1984) estimou que dos 389 novos táxons de algas descritos para a região Amazônica, 313 eram de desmídias, 43 de diatomáceas e 33 de outros grupos de algas.

Souza-Mosimann et al. (1997) identificaram 32 espécies de diatomáceas em um estudo taxonômico destas em conteúdo estomacal de peixes coletados no lago Prato - AM, onde a família Eunotiaceae foi a mais representativa com 50% dos táxons inventariados.

As obras de Metzeltin; Lange-Bertalot (1998, 2007) descrevem 202 e 179 novos táxons de diatomáceas, respectivamente. A maioria das amostras foi coletada em diferentes tipos de ambientes da região Amazônica, como também foram feitas coletas de amostras nos países vizinhos. Outro importante trabalho taxonômico para as diatomáceas é o de Kociolek et al. (2001), que descreveram sete novas espécies do gênero *Actinella*, sendo seis espécies de material coletado na região Amazônica. Díaz-Castro et al. (2003), estudando o rio Jaú - AM, inventariaram 60 táxons de diatomáceas e incluíram diversos aspectos ecológicos destes.

Ferrari et al. (2007) fizeram um estudo sobre Eunotiaceae (Bacillariophyceae), onde as amostras foram coletadas em igarapés de Manaus - AM e Presidente Figueiredo - AM e apresentaram 29 espécies de Eunotiaceae, sendo 23 de *Eunotia* e seis de *Actinella*.

Melo et al. (2010), analisaram espécies de *Actinella* (Bacillariophyta) de um lago de inundação amazônico de águas pretas e identificaram cinco espécies: *Actinella brasiliensis* Grunow, *A. guianensis* Grunow, *A. gracile* Kociolek, *A. mirabilis* (Eulenstein ex Grunow) Grunow, *A. robusta* Hustedt.

O primeiro registro de diatomáceas para o estado de Roraima foi de Uherkovich e Rai (1979), através de material fitoplâncton, identificaram 22 táxons de Bacillariophyceae no rio Branco.

Uherkovich (1981), coletando no rio Branco identificou 29 táxons; dentre esses, 8 de Bacillariophyceae.

Já Gomes (2000) estudando a estrutura da comunidade de algas perifíticas no igarapé Água Boa e no rio Cauamé, município de Boa Vista – RR, verificou que as águas dos dois ambientes analisados apresentaram-se ácidas e relativamente pobres em nutrientes, refletindo, com isso, a composição química do solo. O igarapé apresentou maiores densidades de organismos do que o rio. O grupo de algas dominante no igarapé e no rio foi Bacillariophyceae (diatomáceas), sendo que no igarapé foi mais evidente durante o período seco. Neto et al. (2007) fizeram a identificação ambiental das microbacias de Boa Vista e identificaram alguns gêneros de diatomáceas no igarapé Caranã. Já Silva (2008) fez um estudo do fitoplâncton no lago Caracaranã – RR e encontrou 11 espécies de Bacillariophyta.

Os trabalhos feitos na Amazônia brasileira têm mostrado um grande número de espécies de diatomáceas, principalmente da família Eunotiaceae e Pinnulariaceae, grupo de algas frequentemente associado a ambientes oligotróficos e com valores de pH reduzidos (UHERKOVICH, 1984; METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998).

Segundo Gomes (2000) os poucos trabalhos sobre algas perifíticas na Amazônia brasileira provavelmente se deve à pequena quantidade de especialistas na região, à difícil padronização dos métodos de coletas, à grande diversidade de espécies e ao difícil acesso aos locais de coletas, que, em épocas de chuvas, principalmente nos ambientes lóticos, geralmente formam áreas alagadas (várzea ou igapó).

1.2.1 Diatomáceas como Bioindicadoras

As diatomáceas representam excelente bioindicadores de diferentes graus de poluição aquática. Elas oferecem excelentes indicadores da qualidade da água, principalmente com aumento generalizado da eutrofização (LOBO et al., 1999; LOBO; GALLEGARO, 2000; OLIVEIRA et al., 2001; WETZEL et al., 2002; LOBO et

al., 2002; 2003; 2004a; 2004b; 2004c; 2004d; HERMANY et al., 2006; SALOMONI et al., 2006; DUPONT et al., 2007). Esses estudos contribuíram para o melhor entendimento das diatomáceas e sua importância como bioindicadores de poluição aquática.

No Brasil, os trabalhos que empregam bioindicadores para avaliar a qualidade de água se concentram nas regiões Sul e Sudeste. Na região Sul, destacam-se as pesquisas de Lobo et al. (1995; 2002; 2004a,b,c,d), que utilizaram diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Rio Grande do Sul; bem como de Salomoni (2004) e Hermany (2005), que estudando a qualidade da água dos rios Gravataí e Guaíba – RS, respectivamente, definiram as espécies de diatomáceas epilíticas bioindicadoras em relação a gradientes de eutrofização do rio.

Já na região Sudeste, Godoi (2008) fez o monitoramento das águas superficiais do córrego Pirajuçara, em São Paulo, utilizando o IBQA proposto por Lobo et al. (2004a), constatando o elevado nível de poluição orgânica e a presença de espécies de algas diatomáceas características de ambientes eutrofizados.

Para ambientes aquáticos da Região Norte, nada se conhece sobre estudos envolvendo as diatomáceas como bioindicadores da qualidade d'água.

O crescimento populacional da cidade de Boa Vista, capital do Estado de Roraima, nas três últimas décadas, teve um aumento significativo, passando de 51.662 habitantes, em 1980, para 277.684, em 2010 (IBGE, 2010). Esse fato trouxe diversas consequências, como o aumento das invasões, o crescimento desordenado, ou seja, domicílios e loteamentos públicos são construídos sem o devido planejamento e preocupação com o meio ambiente, o que tem causado graves impactos, alterando drasticamente as condições dos igarapés da cidade.

Dessa forma, estudos das mudanças nos ambientes aquáticos se fazem necessários, para minimizar os impactos. Uma contribuição para o melhor conhecimento desses ecossistemas é a utilização de bioindicadores para avaliação da poluição, pois são capazes de detectar as alterações que estão ocorrendo no ambiente.

1.3 Caracterização do igarapé Caranã

Igarapé é um termo indígena que significa “caminho de canoa” (*igara* – “canoa” e *pé* – “trilha, caminho”). A palavra é uma denominação dada aos pequenos rios da região Amazônica (GUERRA; GUERRA, 2003).

No período de precipitação, alguns desses igarapés formam áreas alagadas (várzeas), com volume, correnteza e extensão que, em outros estados brasileiros, podem ser confundidos com rios e, na região Sul, são chamados de arroios. As características hidrológicas, químicas e biológicas desses ambientes são refletidas pelo clima, pela geologia e pela cobertura vegetal da bacia de drenagem (LIKENS et al., 1977). A maioria dos igarapés na área de savana do estado de Roraima é de águas claras, porém, no período chuvoso, as águas de alguns igarapés ficam com muito material em suspensão e são consideradas brancas (GOMES, 2000).

Segundo Uherkovich (1981), os igarapés do estado de Roraima apresentam suas águas com caráter, predominantemente, oligotrófico-ácido, como são os ambientes lóticos na região Amazônica.

O igarapé Caranã vem sofrendo sérias consequências devido à morte das nascentes (lagos) e aumento da degradação em seu percurso, além da redução progressiva de sua vazão em virtude da canalização em valas abertas, aumentando o índice de poluição orgânica. Os impactos à qualidade da água são principalmente originados do mau uso pela população, como lançamentos de dejetos e esgoto doméstico, de forma irregular, diretamente nas valas de drenagem, que escoam ao igarapé, como também, a ocupação das margens (VERAS; SOUZA, 2010).

Devido à importância desse recurso para manutenção do ambiente e da saúde da população local, e também pela carência de estudos detalhados sobre a comunidade de diatomáceas, este trabalho visa contribuir com outros estudos referentes ao igarapé Caranã, com o intuito de fornecer dados sobre as características de suas águas, para que se possa implantar uma política efetiva de preservação ambiental e que sirva de modelo para os demais trabalhos sobre os igarapés amazônicos, tendo em vista tratar-se de um estudo pioneiro na região, utilizando as diatomáceas como indivíduos bioindicadores da qualidade da água.

Portanto, diante da escassez de dados referentes ao igarapé Caranã, é importante a realização de um estudo mais detalhado de suas águas, que estão sendo degradadas e a sua qualidade alterada, reduzindo o oxigênio dissolvido, ocasionando mau cheiro e, conseqüentemente, a morte das comunidades biológicas existentes no igarapé.

Este trabalho, pioneiro na região Amazônica, servirá como mais uma ferramenta para implementação de sistemas de bioindicação nos ecossistemas aquáticos do Norte do Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água do igarapé Caranã, município de Boa Vista, Roraima, utilizando parâmetros físicos, químicos e biológicos, visando o desenvolvimento de políticas públicas ambientais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a composição de espécies de diatomáceas epífitas no igarapé Caranã;
- Caracterizar as espécies de diatomáceas epífitas abundantes;
- Determinar o pH e a temperatura da água nos pontos de coleta;
- Determinar a densidade de coliformes termotolerantes;
- Correlacionar as variáveis bióticas com as variáveis abióticas;
- Fornecer subsídios para implementação de sistemas de bioindicação utilizando diatomáceas perífíticas no Norte do Brasil.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A área selecionada para o estudo é a do igarapé Caranã, que está inserido na bacia hidrográfica do Baixo Cauamé, na área urbana de Boa Vista - RR. No seu percurso, predominam construções localizadas às margens ou por cima do seu leito. Na margem esquerda do igarapé predominam sítios e fazendas, onde os pequenos produtores utilizam a área para produção agrícola, removendo parte da vegetação ciliar (VERAS; SOUZA, 2010).

O igarapé Caranã está localizado na região noroeste da cidade de Boa Vista e possui cerca de 9,5 km de extensão, sendo considerado um dos maiores do município. Corre no sentido norte/sul, e suas cabeceiras encontram-se a oeste do centro da cidade, formando um complexo de lagos sazonais e perenes. Sua nascente está localizada a 2° 47' 57"N e 60° 47' 21 W, situada em uma região de chácaras e fazendas próximas à Rodovia 205, que interliga a cidade de Boa Vista ao município de Alto Alegre, sob as seguintes coordenadas geográficas 2° 51' 39" N e 60° 43' 39" W (VERAS, SOUZA, 2010). Ao longo do seu percurso, recebe impactos de diversas fontes, passando por oito bairros do município, como Jardim Equatorial, Alvorada, Dr. Silvio Leite, Jardim Primavera, Piscicultura, União, Senador Hélio Campos e Jardim Caranã, onde localiza-se sua foz, no rio Cauamé. Isso resulta na diminuição da qualidade de suas águas de montante à jusante, embora a vazão ainda seja significativa em toda sua extensão.

A vegetação que margeia esse corpo hídrico é composta por densos buritizais (*Mauritia flexuosa*) e, conforme se aproxima a foz, a vegetação diversifica-se, surgindo espécies arbóreas em meio aos buritis. Na região da foz, localizam-se os balneários do Cauamé, grande atrativo turístico da cidade. O clima da região é considerado, segundo Köppen, tropical úmido do tipo **A**, do subtipo **AW**, descrito como clima tropical chuvoso com predomínio de vegetação do tipo savana. O regime pluviométrico constata uma precipitação anual de 2.500mm, com período chuvoso bastante definido, que começa em abril e termina em setembro. Já o período seco

se inicia no final de setembro e se estende até o mês de março, representado por grande deficiência hídrica na região (VERAS; SOUZA, 2010).

A área estudada (figura 2) foi dividida em quatro pontos, que foram escolhidos por apresentarem as seguintes características:

Ponto 1 (P1): conhecido como banho do Perequitão, é utilizado para recreação, além de suas águas serem recolhidas por carros para irrigar as plantas da cidade de Boa Vista; esse é o ponto mais próximo das nascentes (figura 3).

Ponto 2 (P2): é conhecido como banho do Porquinho e possui piscinas que, são bastante utilizado por banhistas. Nesse ponto, o igarapé sofreu alterações em seu curso normal, devido à construção de piscinas (figura 4).

Ponto 3 (P3): é próximo à ponte que dá acesso ao bairro Cidade Satélite e ao município do Alto Alegre. Nesse local, ocorre muito tráfego, e algumas empresas utilizam essa água para irrigação e em lavagens de carro, sendo observado vários canos, devido ao despejo clandestino de esgotos vindo de vários bairros próximos. Esse é um ponto que apresenta mau cheiro (figura 5).

Ponto 4 (P4): é onde ocorre o deságue do igarapé Caraná no rio Cauamé (foz); local que as pessoas utilizam como lazer (figura 6).

3.2 Amostragem

As coletas para identificação das diatomáceas e densidade de coliformes foram feitas em dois períodos: A primeira, nos meses de novembro e dezembro de 2009 e janeiro 2010, referentes ao período seco da região; e a segunda, em abril, maio e junho de 2010, que corresponde ao período chuvoso. Foram feitas seis coletas e obtidas vinte e duas amostras, que seguiram as recomendações do APHA (1999).

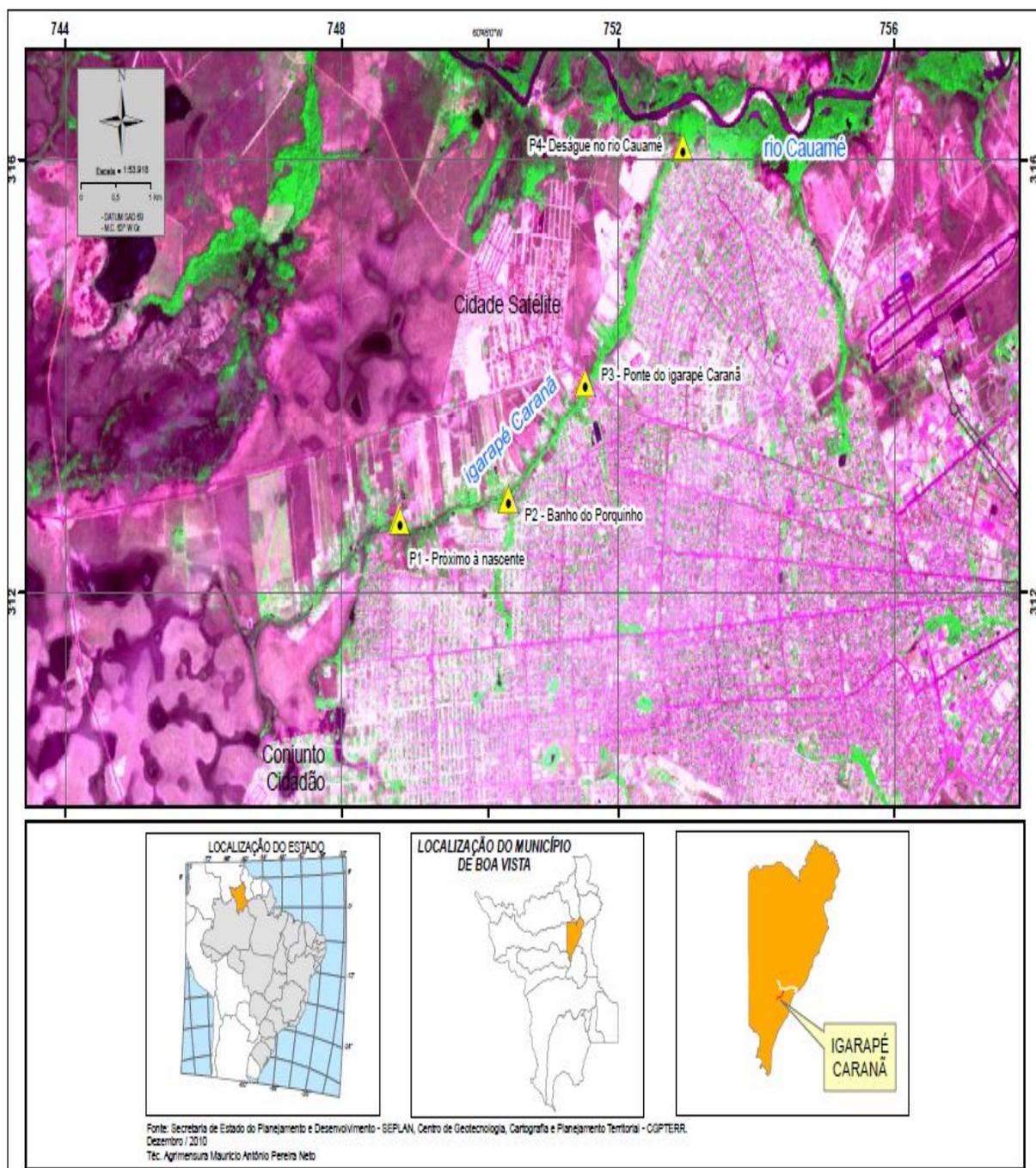


Figura 2: Localização do igarapé Caraná na cidade de Boa Vista – RR.



Figura 3: Ponto 1 – Banho próximo à nascente do igarapé Caranã, Boa Vista - RR.



Figura 4: Ponto 2 – Banho do Porquinho, Boa Vista –RR.



Figura 5: Ponto 3 – Banho próximo a ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre, Boa Vista - RR.



Figura 6: Ponto 4 –Deságue do igarapé Caranã no rio Cauamé, Boa Vista - RR.

3.3 Coleta e Preservação

Para análise de diatomáceas foram coletadas as algas epífitas (que crescem sobre outras plantas) nos substratos orgânicos, no ponto 1 (*Nymphaea sp.*), no ponto 2 (*Cabomba sp.*), no ponto 3 (buriti – *Mauritia flexuosa*), no ponto 4 (buriti – *Mauritia flexuosa*) (figura 7), utilizando-se espátulas para retirar as plantas por inteiro, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos, e levadas ao Laboratório de Ecologia Vegetal da UFRR.

As amostras de diatomáceas epífitas foram armazenadas em sacos plásticos fixadas com solução de Transeau (seis partes de água, três de álcool e uma parte de formol) conforme Bicudo; Menezes (2006). A raspagem dos substratos foi feita utilizando uma escova com cerdas para retirada das diatomáceas. Esse material foi acondicionado em frascos de vidro de 100 ml e preservado com solução Transeau e mantida no laboratório de Ecologia Vegetal da UFRR.

A coleta de água para análise de coliformes foi feita em frascos de polietileno estéreis e, posteriormente, encaminhada ao laboratório de Microbiologia da UFRR, para análise.

3.4 Variável Climatológica: Precipitação

Os dados climatológicos da cidade de Boa Vista foram fornecidos gentilmente pelo Departamento de Controle de Espaço Aéreo – Divisão de Meteorologia Aeronáutica (DTCEA-BV), da base área de Boa Vista, e são referentes ao período de coleta do estudo realizado entre os anos 2009 e 2010.

3.5 Variáveis Físicas e Químicas

Nas camadas superficiais da lâmina d'água, foram medidas a temperatura, o oxigênio dissolvido e o pH, utilizando-se o analisador de multiparâmetros HANNA HI 9828.

A temperatura da água foi escolhida para efetivamente caracterizar os períodos de coleta.



Figura 7: Aspectos da coleta do material botânico no igarapé Caranã – Boa Vista - RR. A) coleta de perífiton no ponto 1; B) coleta de perífiton no ponto 2; C) coleta de perífiton no ponto 3; D) coleta de perífiton no ponto 4.

3.6 Variáveis Biológicas

3.6.1 Grupo Coliforme

A densidade de coliformes foi determinada pela técnica dos tubos múltiplos, utilizando-se os meios de fermentação da lactose descrita por Silva et al. (2005). Foram utilizados três meios de cultura para o desenvolvimento do método dos tubos múltiplos: Caldo Lactosado (concentração simples e dupla), Caldo Bile verde brilhante e Caldo EC, que foram distribuídos em tubos de ensaio contendo tubos de Durhan invertidos, em seguida autoclavados a 121°C por 15 minutos. As amostras foram processadas no Laboratório de Microbiologia do Centro de Estudos da Biodiversidade (UFRR).

A técnica foi feita em três etapas, como segue:

3.6.1.1 Teste presuntivo

Alíquotas das amostras foram inoculadas em Caldo Lactosado por um período de 24-48h a 35°C. Após esse período, foi observado se ocorrera ou não a produção de gás. Não havendo produção de gás, encerrou-se a análise. Havendo formação de gás, foi prosseguida a análise.

3.6.1.2 Confirmação de coliformes totais

Para confirmar a presença de coliformes, foi utilizado 1 ml do crescimento da etapa anterior e transferido para o Caldo Bile a 35°C, por 48h. Quando houve formação de gás foi confirmada a presença de coliformes, em seguida, foi determinado o Número Mais Provável (NMP) de coliformes total/100 ml por meio da tabela de Hoskins.

3.6.1.3 Confirmação de coliformes termotolerantes

A partir de cada tubo positivo de CL, foi transferido 1ml de cultura para tubos de caldo EC e incubados a $44 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas. Quando houve produção de gás, foi confirmando a presença de coliformes termotolerantes. Em seguida, foi determinado o Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes/100 ml na tabela de Hoskins.

3.6.2 Análise das Algas Diatomáceas

Para a análise das espécies, as amostras foram submetidas à oxidação, visando à eliminação da matéria orgânica e montagem de lâminas permanentes, para melhor observação das características diacríticas. A preparação das amostras foi efetuada segundo o método de Stosch (1970), que consiste em usar igual volume da amostra de ácido nítrico e três vezes o volume da amostra de ácido sulfúrico, levando-se ao fogo brando por cerca de três minutos, efetuando-se, posteriormente, sucessivas lavagens com água destilada, para eliminação do excesso de ácido. Após a homogeneização da amostra, 1ml da suspensão foi colocada sobre uma lamínula depositada em cima da lâmina, com o auxílio de uma pipeta. A secagem da lamínula foi realizada sobre uma chapa quente, a uma temperatura de aproximadamente, 80°C . Depois de seca, foi colocada sobre a lâmina uma gota da resina naphax (índice de refração = 1,74). Em seguida, a lamínula foi invertida sobre a lâmina e, assim montadas as lâminas permanentes, em triplicata, que foram rotuladas (figura 8).

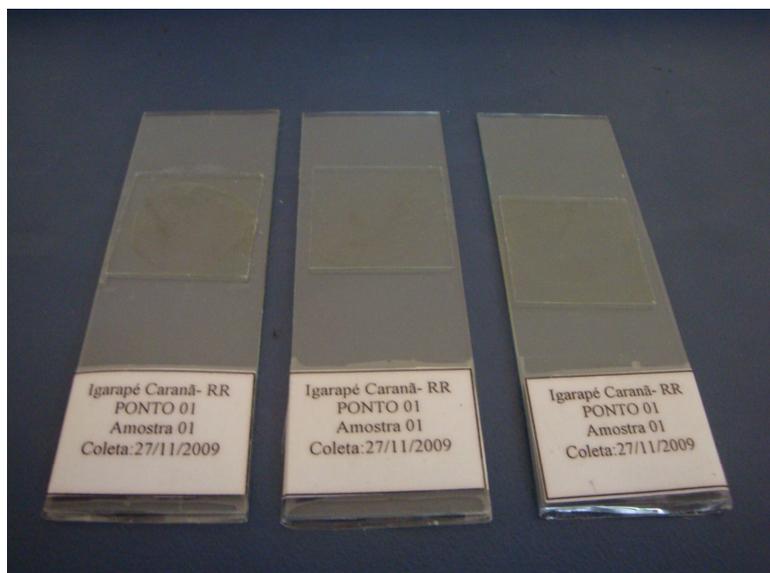


Figura 8: Lâminas permanentes de diatomáceas

A identificação das espécies de diatomáceas foi baseada nas características morfológicas e morfométricas da frústula, tendo como base algumas obras taxonômicas, como Patrick; Reimer (1966), Bicudo; Bicudo (1970), Torgan (1985), Krammer; Lange-Bertalot (1986, 1991), Metzeltin; Lange-Bertalot (1998, 2007), Lange-Bertalot (1996), Lobo et al., (2002) e Bicudo; Menezes (2006), além de consultas a periódicos especializados.

As amostras analisadas, bem como, uma lâmina permanente de cada amostra, foram depositadas no Herbário da Universidade Federal de Roraima (UFRR). O número de registro no herbário, referências das estações e períodos de amostragem são especificados no apêndice E.

3.6.3 Riqueza de Táxons

A riqueza de táxon consistiu no número de táxons presentes em cada ponto de coleta.

3.6.4 Abundância Relativa das Espécies

Para estimar a abundância relativa das espécies, todos os organismos encontrados sobre a lâmina permanente foram identificados e contados até 100 valvas. Para a determinação das espécies abundantes, foram seguidos os critérios de Lobo; Leighton (1986), que consideram abundantes aquelas cuja ocorrência numérica supera a média de ocorrência dos indivíduos por espécies.

A leitura das lâminas foi feita seguindo linha, para que as mesmas diatomáceas não fossem lidas mais de uma vez, com o auxílio do microscópio óptico ECLIPSE E 200, marca NIKON, equipado com câmera fotográfica e ocular de medição.

As diatomáceas abundantes foram identificadas e fotografadas no microscópio Olympus BX40, com aumento de 1000x, acoplado à câmera digital cyber shot DSC-W55, Sony, 7.2 pixels. As fotos foram feitas com zoom de 3,0x, no Laboratório de Limnologia da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

3.7 Análise dos Dados

No processamento da informação, empregou-se a estatística descritiva para a tabulação dos dados e sua ilustração gráfica, como, por exemplo, histogramas para visualização e interpretação das medidas de tendência central e dispersão (Zar, 1996).

Com o objetivo de agrupar as espécies abundantes encontradas nos períodos de coleta (seco e chuvoso), foi realizada a Análise de Agrupamento (Cluster). Todos os dados foram centralizados e normalizados. Utilizou-se, para a transformação dos dados o programa PAST ver. 1.81 (HAMMER et al., 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do estudo no igarapé Caraná ocorreu no período de novembro de 2009 a junho de 2010, abrangendo o período seco e chuvoso da região, com frequência de amostras mensais, sendo três no período seco e três no período chuvoso, totalizando seis coletas de material biológico. As variáveis físicas e químicas foram medidas *in situ*.

4.1 Variável Climatológica: Precipitação

A partir dos resultados apresentados na figura 9, foi possível observar os padrões de precipitação nos meses estudados, que são novembro e dezembro de 2009 e janeiro de 2010, correspondendo ao período seco, e abril, maio e junho, correspondendo ao período chuvoso na região. As maiores amplitudes de precipitação foram observadas no mês de maio de 2010 (552,5 mm). Os menores valores estiveram concentrados nos meses representados pelo período seco da região, que foram novembro de 2009 (15,2 mm) e janeiro de 2010 (5,8 mm).

Dessa forma, a partir da análise da distribuição média mensal, considerou-se a divisão das estações climatológicas em período seco, nos meses de novembro e dezembro de 2009 e janeiro de 2010, e período chuvoso, nos meses de abril, maio e junho de 2010, tendo sido feitas as coletas para o estudo.

Os dados da precipitação definem os dois períodos (seco e chuvoso) da região, confirmando, assim, que os meses escolhidos para o estudo estão de acordo com os dados de precipitação colhidos na Base Aérea de Roraima.

Durante o período estudado, os meses de novembro e dezembro de 2009 e janeiro de 2010 apresentaram os menores volumes de precipitação (15,2mm; 19,2mm e 5,8mm, respectivamente) e os meses de abril, maio e

junho de 2010 apresentaram maiores volumes de chuva (187,6mm; 552,5mm; 224,2mm respectivamente), variando de 5,8mm a 552,5mm.

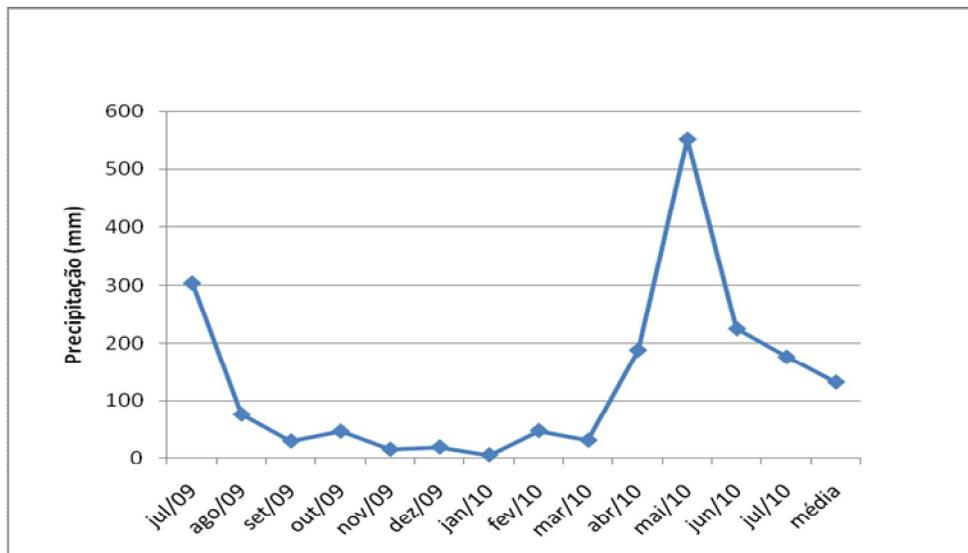


Figura 9: Valores de precipitação mensal média durante o período de estudo no igarapé Caranã em Boa Vista – RR.

Os dados são semelhantes aos de Gomes (2000), que encontrou valores no rio Cauamé e no igarapé Água Boa que variaram de 0,0mm a 541,4mm.

4.2 Variáveis Físicas e Químicas da Água

As variáveis foram obtidas nos meses de novembro e dezembro de 2009 e janeiro de 2010, referentes ao período seco; e abril, maio e junho de 2010, referentes ao período chuvoso.

Nos meses de maio e junho não foram feitas as medidas das variáveis físicas e químicas no ponto 4, devido ao aumento intenso das chuvas e conseqüentemente alta das águas do rio Cauamé, que invadiu o referido ponto de coleta, como é possível visualizar na figura 10.



Figura 10: a) Ponto 4 do igarapé Caranã no período seco; b) Aumento das águas no rio Cauamé, invadindo o ponto de coleta 4 do igarapé Caranã, Boa Vista – RR.

4.2.1 Temperatura

A variação espacial da temperatura da água dos pontos de coleta é apresentada na figura 11, referente ao período seco, e na figura 12, ao período chuvoso.

O valor mais elevado de temperatura foi registrado no período seco, com $30,6^{\circ}\text{C}$, no mês de novembro de 2009, no ponto 4, no deságue do igarapé Caranã no rio Cauamé. Já a temperatura mais baixa foi registrada no período chuvoso, com $27,2^{\circ}\text{C}$, no mês de junho de 2010, no ponto 1, próximo à nascente do igarapé.

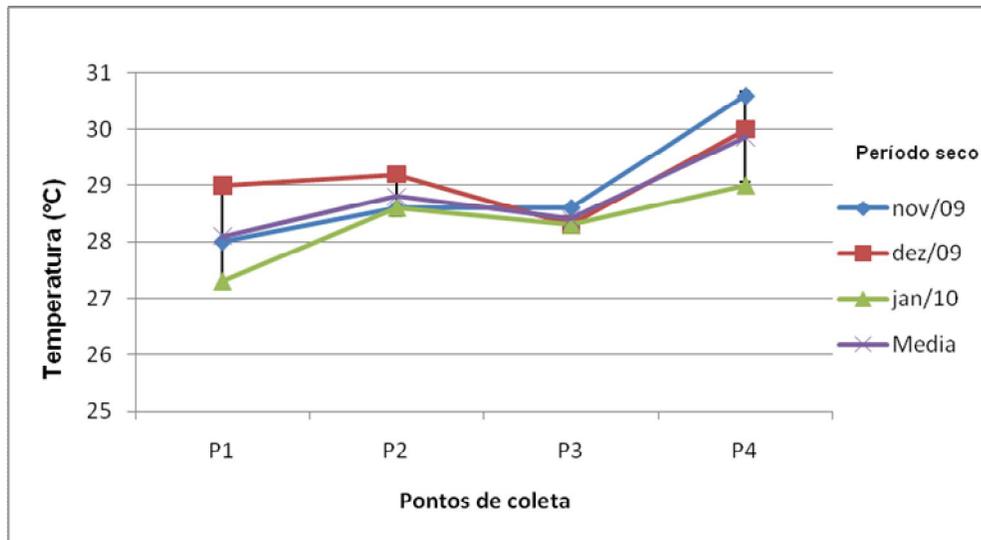


Figura 11: Valores da temperatura da água durante o período seco no igarapé Caranã, Boa Vista – RR.

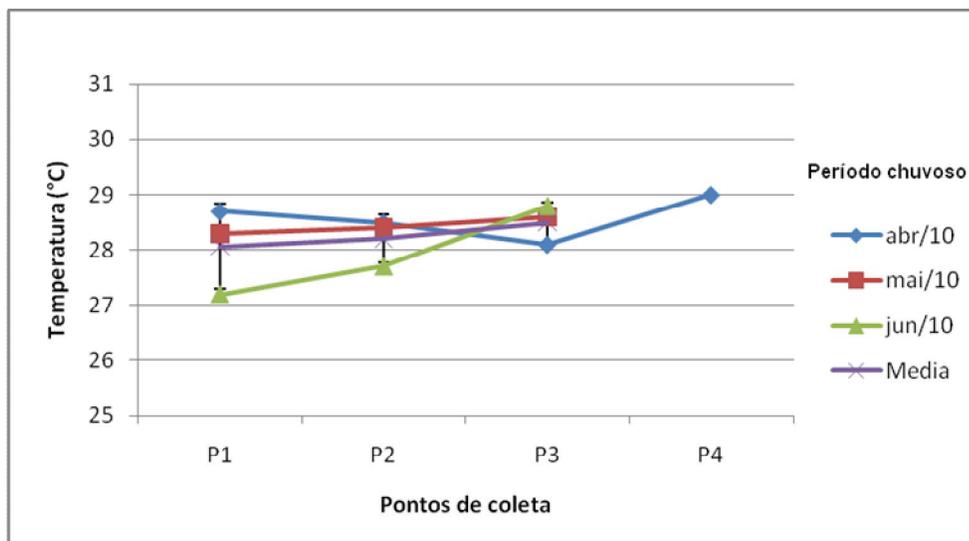


Figura 12: Valores da temperatura da água, durante o período chuvoso, no igarapé Caranã, Boa Vista – RR.

Os valores da temperatura da água, durante o estudo, apresentaram tendências de variação sazonal, sendo as maiores temperaturas observadas durante os meses correspondentes ao período seco, e as temperaturas mais baixas, durante os meses correspondentes ao período chuvoso, caracterizando, assim, os períodos de coleta.

A temperatura da água é um importante parâmetro a ser considerado em processos de diagnóstico ambiental, pela indicação da presença de despejos de efluentes, pela influência na velocidade das reações químicas e nos processos metabólicos (GODOI, 2008). A temperatura da água é influenciada pela latitude e altitude, como também por sombreamento, profundidade e condições hidrológicas (ESTEVES, 1998). Valores semelhantes foram encontrados por Gomes (2004), no igarapé Pricumã – RR, que registrou valores entre 27,8°C e 36°C; e a mesma autora em 2000, no igarapé Água Boa – RR, encontrou a mínima de 28°C e a máxima de 33, 5°C. Sant’Ana (2006) verificou a temperatura das águas do rio Cauamé - RR e encontrou valores entre 28,04°C e 29,36°C. Já Silva (2008) encontrou a mínima de 27, 4°C e máxima de 32°C no lago Caracaranã – RR, enquanto Pereira (2009), para o lago Tupé - AM, encontrou valores que oscilaram entre 29,3°C e 32,3°C. Melo et al. (2005b) relacionam os valores acima de 28°C à falta de mata ciliar, oxidação biológica de matéria orgânica e lançamentos de esgotos industriais e domésticos. Como a mata ciliar do P4 (deságue do igarapé Caranã no rio Cauamé) foi quase que totalmente retirada, esse local foi o que apresentou maior temperatura. Já por outro lado, o ponto mais preservado (P1- próximo à nascente do igarapé) apresenta sua mata ciliar quase que intacta, sendo, possivelmente, por essa razão que apresentou o menor valor de temperatura da água. Isso ratifica os resultados encontrados por Melo et al. (2005b) no lago Tupé – AM.

4.2.2 pH

As figuras 13 e 14, apresentam os valores de pH obtidos no decorrer do estudo, e sua variação foi entre 5,2 a 5,9 no período seco, e 5,2 a 7,1, no período chuvoso. Oscilando, portanto, entre 5,2 e 7,1.

No período seco, o ponto 4 (deságue do igarapé Caranã no rio Cauamé), apresentou o menor valor de pH (5,2) e o ponto 1 (próximo à nascente do igarapé) o maior valor de pH (5,9) , já no período chuvoso

apresentou grande oscilação de pH, onde o menor valor foi observado no ponto 2 e 3 no mês de abril com pH de 5,2 e o maior valor, observado foi no ponto 2 no mês de junho com pH 7,1 (figura 13 e 14).

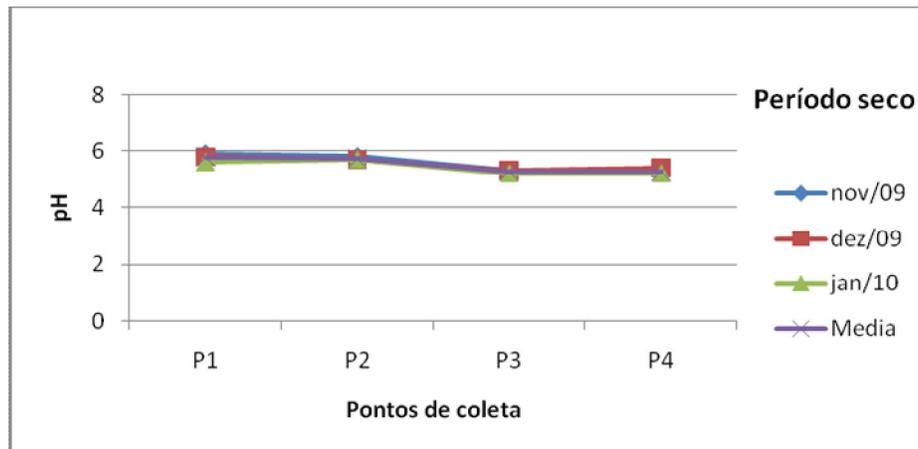


Figura 13: Valores de pH, durante o período seco, no igarapé Caranã, Boa Vista – RR.

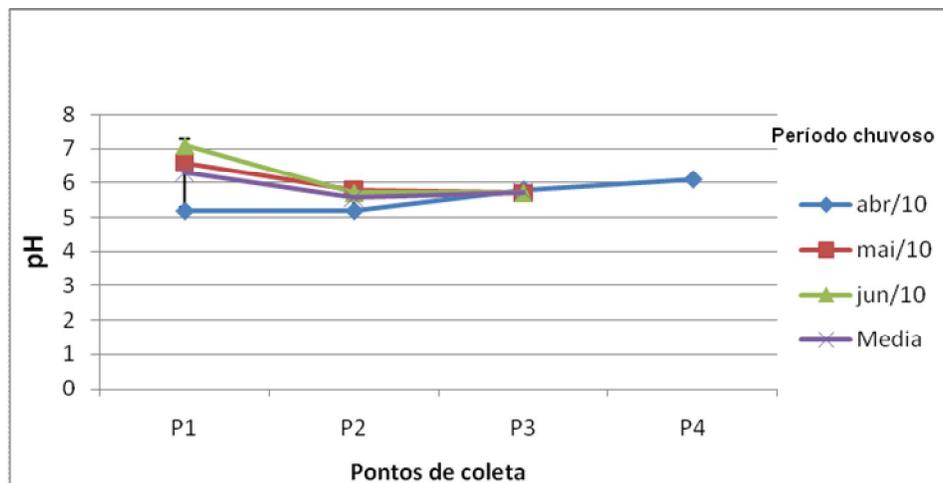


Figura 14: Valores de pH, durante o período chuvoso, no igarapé Caranã, Boa Vista - RR.

Portanto, os valores de pH obtidos no estudo mostram que as água do igarapé Caranã estão acidificadas na maioria dos seus pontos, com exceção do mês de junho, no ponto 1, que apresentou 7,1 de pH.

A maioria dos igarapés amazônicos é pobre em nutrientes dissolvidos, conseqüentemente, pouco produtivos e com pH da água ácido. O pH ácido da

água é decorrente da baixa concentração de substâncias alcalinas nos solos das bacias de drenagem dos igarapés e, com isso, a diatomoflora dos igarapés amazônicos, pode ser diversificada e muito característica (BATTARBEE et al., 1999; CLETO FILHO, 2003).

DeNicola (2000) afirma que o pH está entre as variáveis mais seletivas para as diatomáceas de água doce, as quais se desenvolvem preferencialmente em pequenos intervalos de variação. Logo, o pH ácido, além de selecionar, pode favorecer uma flora de diatomáceas com uma grande riqueza de espécies.

Esses resultados corroboram os outros estudos relacionados à região Amazônica onde o pH é ácido, como o de Pereira (2009), que encontrou pH variando de 3,34 e 7,15 no lago Tupé – AM; Silva (2008) no lago Caracaranã – RR, que encontrou valores de oscilando de 5,3 a 7,8 de pH. Melo et al. (2005a) encontraram valores de pH nos igarapés da cidade de Manaus que oscilaram de 3,2 a 7,2 e Gomes (2000), que verificou no igarapé Água Boa uma variação de 4,0 a 6,5. A mesma autora, em 2004, estudando o igarapé Pricumã – RR, encontrou pH variando de 4,3 a 6,4.

Junk e Furch (1980) afirmam que todos os igarapés que deságuam no rio Amazonas são pobres em eletrólitos e, na maioria, apresentam pH ácido. Sioli (1956) observou, na grande maioria das regiões da Amazônia, águas fortemente ácidas e pobres em sais dissolvidos, que apresentaram pH entre 4,7 e 5,2.

4.3 DENSIDADE DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES

A densidade de coliformes termotolerantes (NMP) encontrada nas amostras de água analisada, nos meses de novembro e dezembro de 2009 e janeiro de 2010, representando o período seco, e os meses de abril, maio e junho de 2010, representando o período chuvoso, no igarapé Caraná, está descrita na tabela 2. Observou-se que 36,36% das amostras analisadas não

atendem aos padrões de balneabilidade, ultrapassando o valor de 1000 coliformes termotolerantes por 100ml de água.

Tabela 1: Densidade de coliformes termotolerantes (NMP/100 ml) em amostras de água do igarapé Caranã, Boa Vista - RR.

	Meses	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
Coliformes termotolerantes NMP/100 ml	Nov.2009	<2	<2	≥1600	900
	Dez.2009	17	2	≥1600	≥1600
	Jan.2010	170	30	500	110
	Abr.2010	2	2	≥1600	≥1600
	Maio 2010	≥1600	300	≥1600	*
	Jun. 2010	240	9	1600	*
Balneabilidade		Excelente	Excelente	Imprópria	*

* Nos meses de abril e junho não foi possível fazer as coletas no ponto 4, pois o rio Cauamé teve uma grande enchente invadindo o igarapé Caranã.

Os meses de novembro e dezembro de 2009 e abril de 2010 apresentaram a menor densidade de coliformes termotolerantes, nos pontos 1 (próximo à nascente do igarapé Caranã) e 2 (banho do Porquinho), possivelmente esses dois ambientes pelo fato de estarem mais distantes da área urbana e serem menos utilizados pela população. O mês de janeiro apresentou valores abaixo de 1000 coliformes por 100 ml em todos os pontos de coleta. É importante ressaltar que esse foi o mês que teve a menor precipitação (5,8mm) no ano, diminuindo, portanto, o carreamento de substâncias no igarapé, e com isso, a densidade de coliformes. Já o mês de maio apresentou a maior densidade desses, provavelmente devido ao aumento das chuvas e da vazão, como observado no igarapé, ocasionando carreamento de matéria orgânica e aumento no número de coliformes no mês referido.

As amostras foram classificadas quanto à balneabilidade, conforme preconiza a Resolução nº 274/2000 do CONAMA (BRASIL, 2000). As águas do ponto 1 (próximo à nascente do igarapé Caranã) e ponto 2 (banho do Porquinho) foram consideradas excelentes, tendo em vista que 80% das amostras tiveram, no máximo, 240 coliformes termotolerantes; as do ponto 3 (local de acesso ao município de Alto Alegre), foram consideradas impróprias

pois 80% das amostras estão acima de 1000 coliformes. É importante ressaltar a possível observação do derramamento de esgoto clandestino nesse ponto.

Não foi possível enquadrar o ponto 4 (deságue do igarapé Caranã no rio Cauamé), de acordo com a balneabilidade porém foi possível observar uma alternância da balneabilidade, entre própria e imprópria, possivelmente por ser uma área de transição, correspondendo à foz do igarapé Caranã.

Portanto é possível verificar que no decorrer do igarapé Caranã as suas águas sofrem alterações e influências antrópicas, visto que os pontos 1 e 2 por serem mais afastados da área urbana apresentaram os menores valores de coliformes, porém os pontos 3 e 4 que ficam dentro da área urbana apresentam-se degradados e com altos valores de coliformes termotolerantes e as espécies de diatomáceas encontradas nos pontos 3 e 4 podem ser consideradas tolerantes a contaminação por estarem presentes em um ambiente com altos valores de coliformes.

De acordo com a resolução nº 357/05 (BRASIL, 2005), enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, ou seja, o igarapé Caranã é considerado classe 2 até que se faça um estudo minucioso das características físicas, químicas e biológicas desde.

4.4 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESPÉCIES ABUNDANTES DO IGARAPÉ CARANÃ

A relação das diatomáceas perifíticas encontradas no igarapé Caranã é apresentada na tabela 2 abaixo. As diatomáceas foram representadas por 90 táxons, em nível específico, divididos em 20 gêneros e 13 famílias.

Tabela 2: Relação das espécies de diatomáceas encontradas no igarapé Caranã, Boa Vista – RR.

Classe: **BACILLARIOPHYCEAE**
Subclasse: **BACILLARIOPHYCIDAE**
Ordem: **Cymbellales**
Família: ***Cybellaceae***

Tabela 2: Relação das espécies de diatomáceas encontradas no igarapé Caranã, Boa Vista – RR(**continuação**).

	<i>Cymbella cuspidata</i>
	<i>Encyonema perminutum</i>
	<i>Encyonopsis frequentiformis</i>
	<i>E. frequentis</i>
Família:	Gomphonemataceae
	<i>Gomphonema affine</i>
	<i>G. apicatum</i>
	<i>G. archeavibrio</i>
	<i>G. augur</i>
	<i>G. garciae</i>
	<i>G. neoapiculatum</i>
	<i>G. lagenula</i>
	<i>G. subtile</i>
Família:	Amphipleuraceae
	<i>Frustulia saxonica</i>
	<i>F. undosa</i>
	<i>F. magaliesmontana</i>
	<i>F. rhomboides</i>
	<i>Frustulia sp.</i>
Família:	Brachysiraceae
	<i>Brachysira rostata</i>
	<i>Brachysira sp.</i>
	Família: Neidiaceae
	<i>Neidium amphigomphus</i>
	<i>Neidium sp.</i>
Sub-ordem:	Sellaphorineae
Família:	Sellaphoraceae
	<i>Sellaphora aff. pupula</i>
	<i>S. tenerrima</i>
	<i>Sellaphora sp.</i>
Família:	Pinnulariaceae
	<i>Pinularia brauniana</i>
	<i>P. braunii</i>
	<i>P. divergens</i>
	<i>P. domingensis var domingensis</i>
	<i>P. flamma</i>
	<i>P. hemipteriformis</i>
	<i>P. latevitata var. latevitata</i>
	<i>P. luculenta</i>
	<i>P. microstauron</i>
	<i>P. monicae</i>
	<i>P. subboyeri</i>
	<i>P. subgibba var. captata</i>
	<i>P. suboptata var. semicruciatata</i>
	<i>P. umbrosa var. tropica</i>
Sub-ordem:	Naviculineae

Tabela 2: Relação das espécies de diatomáceas encontradas no igarapé Caranã, Boa Vista – RR(**continuação**).

	Família: Naviculaceae
	<i>Navicula insulsa</i>
	<i>Navicula sp.</i>
	<i>Placoneis centropunctata</i>
	<i>P. tersa</i>
	<i>P. tropica</i>
	<i>Placoneis sp.</i>
	Família: Stauroneidaceae
	<i>Stauroneis graciolar</i>
	<i>Stauroneis sp.</i>
Ordem:	Bacillariales
	Família: Bacillariaceae
	<i>Nitzschia sp.</i>
Ordem:	Surirellales
	Família: Surirellaceae
	<i>Surirella braunii</i>
	<i>S. cf. linearis var. constricta</i>
	<i>S. Katrayi</i>
	<i>S. muscicola</i>
	<i>S. rumrichorum</i>
	<i>S. splendidoides</i>
	<i>Stenopterobia delicatissima</i>
	<i>S. plactonica</i>
Sub-classe:	Eunotiophycidae
Ordem:	Eunotiales
	Família: Eunotiaceae
	<i>Eunotia bidens</i>
	<i>E. bilunaris</i>
	<i>E. camelus</i>
	<i>E. coccínea</i>
	<i>E. fabeola</i>
	<i>E. femoriformis</i>
	<i>E. formica</i>
	<i>E. guianense</i>
	<i>E. hillae</i>
	<i>E. incisa</i>
	<i>E. luna var. aequalis</i>
	<i>E. meridiana</i>
	<i>E. mucophila</i>
	<i>E. paludosa</i>
	<i>E. papilio</i>
	<i>E. pileus</i>
	<i>E. rabenhorstiana</i>
	<i>E. schneideri</i>
	<i>E. subrobusta</i>
	<i>E. synedraeformis var. angustata</i>

Tabela 2: Relação das espécies de diatomáceas encontradas no igarapé Caranã, Boa Vista – RR (**continuação**).

<i>E. transfuga</i>
<i>E. trigibba</i>
<i>E. yanomami</i>
<i>Eunotia</i> sp.
<i>Eunotia</i> sp. 1
<i>Eunotia</i> sp. 2
<i>Eunotia</i> sp. 3
<i>Eunotia</i> sp. 4
<i>Actinella brasiliensis</i>
<i>A. guianensis</i>
<i>A. mirabilis</i>
Classe: Fragilariophyceae
Sub-classe: Fragilariophycidae
Ordem: Fragilariales
Família: Fragilariaceae
<i>Fragilaria javanica</i>
<i>Fragilaria braunii</i>
<i>Staurosira inflatissima</i>
<i>Ulnaria ulna</i>

A família que apresentou maior riqueza de táxon foi a Eunotiaceae, com 31 táxons; seguida da família Pinnulariaceae com 14 táxons; e Gomphonemataceae e Surirellaceae, ambas com 8 táxons.

A representatividade das famílias (figura 15) em relação à riqueza do número de táxons foi a seguinte: Eunoteaceae, 34,44%; Pinnulareaceae 15,55%; Gomphonemataceae, 8,88%; Surirellaceae, 8,88%; Naviculaceae, 6,66%; Amphipleuraceae, 5,55%; Fragilareaceae, 4,44%; Cymbellaceae, 4,44%; Sellaphoraceae, 3,33%; Brachysiraceae, 2,22%; Neidiaceae, 2,22%; Stauroneidaceae, 2,22%; Bacilareaceae, 1,11%.

A família Eunotiaceae, seguida Pinullariaceae, como neste trabalho, foram as mais representativas no estudo de Diaz-Castro et al. (2003), Souza-Mosimann et al.(1997), Raupp et al. (2009), feitos na região Amazônica, Metzeltin; Lange-Bertalot (1998, 2007), na América do Sul; e Ludwig et al. (2010), no Paraná.

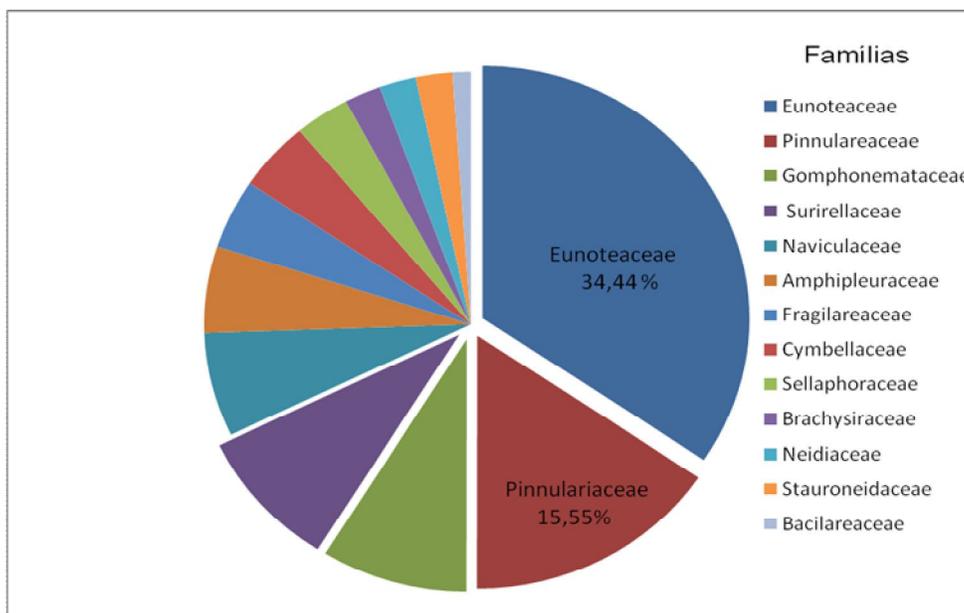


Figura 15: Representatividade das famílias de diatomáceas no período de estudo no igarapé Caranã, Boa Vista – RR.

Os dados são semelhantes aos de Uherkovich (1984); Metzeltin; Lange-Bertalot (1998), que descrevem a família Eunotiaceae e Pinnulariaceae como grupos de algas frequentemente associados a ambientes oligotróficos e com valores reduzidos de pH; como também ao estudo de Patrick (1940), que, analisando amostras de ambientes aquáticos brasileiros, incluindo a região do estado do Pará, ressaltou que gêneros da família Eunotiaceae, especialmente *Eunotia* Ehrenberg, foram os mais comuns na flora brasileira e os que apresentaram maior número de espécies. Por sua vez, Alencar et al. (2001), estudando a autoecologia de Simuliidae (Diptera) originadas de igarapés amazônicos, determinaram 29 táxons de diatomáceas no conteúdo estomacal de larvas, dentre os quais várias espécies de *Actinella* e *Eunotia*.

No presente estudo, os gêneros que apresentaram maior representatividade em relação ao número de táxons foi *Eunotia* com 28 táxons, seguida de *Pinnularia* com 14 táxons e *Gomphonema* com 8 táxons.

A figura 16 ilustra a representatividade dos gêneros em relação ao número de táxons, sendo a seguinte: *Eunotia*, 31,11%; *Pinnularia*, 15,35%; *Gomphonema*, 8,88%; *Surirella*, 6,66%; *Frustulia*, 5,55%; *Placoneis*, 4,44%; *Actinella*, 3,33%; *Sellaphora*, 3,33%; *Fragilaria*, 2,22%; *Brachysira*, 2,22%; *Neidium*, 2,22%; *Stenopterobia*, 2,22%; *Stauroneis*, 2,22%; *Navicula*, 2,22%; *Encyonopsis*, 2,22%; *Nitzschia*, 1,11%; *Staurisira*, 1,11%; *Encyonema*, 1,11%; *Cymbella*, 1,11% e *Ulnaria*, 1,11%.

Lange–Bertalot (1998), num estudo das diatomáceas da América do Sul, identificou 700 táxons, dentre esses o gênero *Eunotia* e *Pinnularia* representaram 35,5%, refletindo, com isso, as condições oligotróficas, baixo pH e alto conteúdo de ácidos húmicos característicos da região estudada (Brasil, Guiana e Venezuela). *Gomphonema* foi o quarto gênero mais representativo no estudo, com 6,5%. Para Díaz-Castro et al. (2003), os gêneros *Eunotia* e *Pinnularia* foram os mais representativos e os que apresentaram maior variação morfológica no rio Jaú – AM, fato também observado por Neiva (2005), analisando as diatomáceas briofíticas de algumas cidades do Paraná. Souza- Mosimann et al. (1997), no lago Prato- AM; Wetzel et al. (2002), no rio Pardinho – RS; e Melo et al. (2005b), no lago Tupé - AM, identificaram o gênero *Eunotia* e *Pinnularia* como os mais representativos nos respectivos estudos.

Assim, pode-se observar que as pesquisas citadas confirmam os resultados encontrados no igarapé Caranã.

O gênero *Eunotia* foi bastante estudado por Sala et al. (2002) na Amazônia colombiana; Ferrari et al. (2007), na Amazônia; e Bicca e Torgan (2009), no Rio Grande do Sul. Todos descrevem que encontraram uma alta riqueza desse gênero.

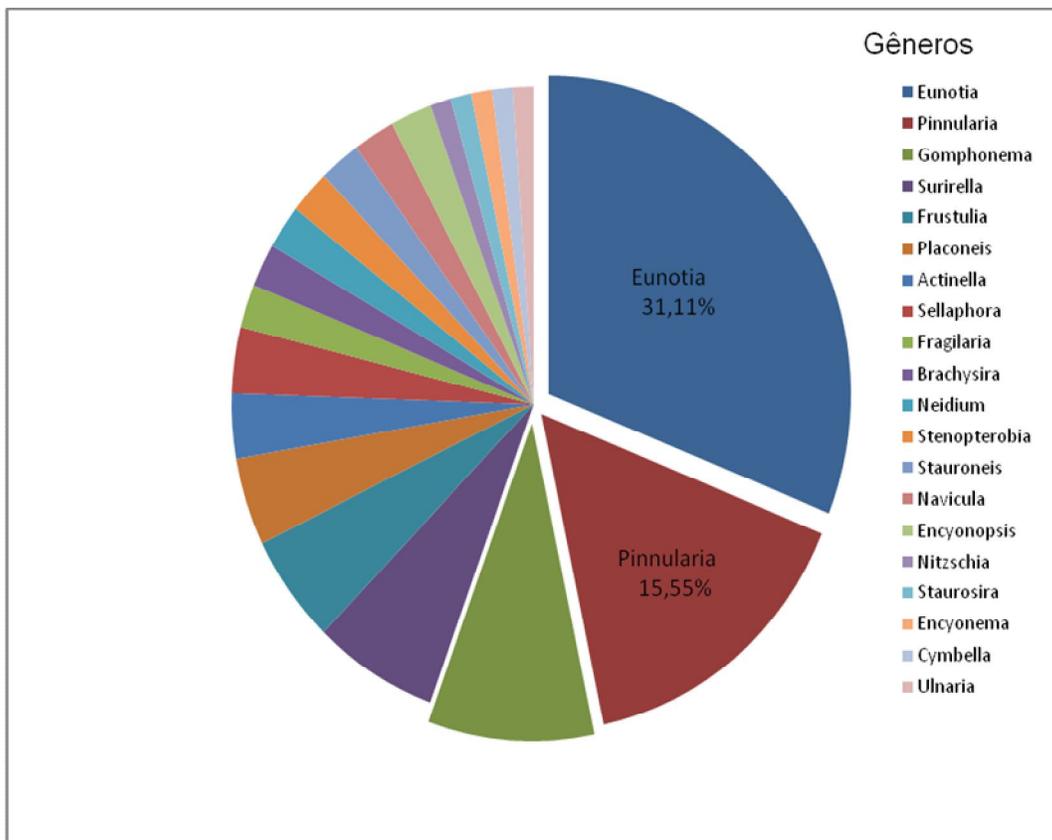


Figura 16: Representatividade dos gêneros de diatomáceas no período de estudo no igarapé Caranã, Boa Vista – RR.

Durante o período seco foram identificados 80 táxons de diatomáceas, sendo 35 táxons exclusivos para o mesmo. Já no período chuvoso foram identificados 48, sendo 9 táxons exclusivos do período chuvoso (tabela 3).

A predominância de espécies identificadas no período seco é devida à menor velocidade da corrente e variação do fluxo de água nesse período, o que garante uma fixação mais estável das algas ao substrato (GODOI, 2008).

Tabela 3: Presença das espécies de diatomáceas no período seco e chuvoso no igarapé Caranã, Boa Vista – RR.

Espécie	Período	
	Seco	chuvoso
<i>Cymbella cuspidata</i>	+	+
<i>Encyonema subbelgiense</i>	+	+
<i>Encyonopsis frequentiformis</i>	+	+
<i>E. frequentis</i>	+	+
<i>Amphora sp</i>	-	+
<i>Gomphonema affine</i>	+	+
<i>G. apicatum</i>	+	-
<i>G. archeavibrio</i>	+	+
<i>G. augur</i>	+	+
<i>G. garciae</i>	-	+
<i>G. neoapiculatum</i>	+	+
<i>G.lagenula</i>	+	+
<i>G.subtile</i>	+	-
<i>Frustulia saxonica</i>	+	+
<i>F. undosa</i>	+	+
<i>F.magaliesmontana</i>	+	+
<i>F. rhomboide</i>	+	+
<i>Frustulia sp.</i>	-	+
<i>Brachysira rostrata</i>	+	+
<i>Brachysira sp.</i>	+	+
<i>Neidium amphigomphus</i>	+	-
<i>Neidium sp.</i>	+	-
<i>Sellaphora aff. pupula</i>	+	-
<i>S. tenerrima</i>	+	+
<i>Sellaphora sp.</i>	+	-
<i>Pinnularia brauniana</i>	+	+

(+) Presença da espécie no período; (-) Ausência da espécie no período

Tabela 3: Presença das espécies nos períodos seco e chuvoso no igarapé Caranã (**continuação**).

Espécie	Período	
	Seco	Chuvoso
<i>P. braunii</i>	-	+
<i>P. divergens</i>	+	+
<i>P. domingensis</i> var. <i>domingensis</i>	+	-
<i>P. flamma</i>	+	+
<i>P. hemipteriformis</i>	+	-
<i>P. latevitata</i> var. <i>latevitata</i>	+	-
<i>P. luculenta</i>	+	+
<i>P. microstauron</i>	+	-
<i>P. monicae</i>	+	-
<i>P. subboyeri</i>	+	+
<i>P. subgibba</i> var. <i>captata</i>	+	+
<i>P. suboptata</i> var. <i>semicruciatata</i>	+	-
<i>P. umbrosa</i> var. <i>tropica</i>	+	+
<i>Navicula insulsa</i>	-	+
<i>Navicula</i> sp.	+	-
<i>Placoneis centropunctata</i>	+	+
<i>P. tersa</i>	+	+
<i>P. tropica</i>	+	-
<i>Placoneis</i> sp.	+	-
<i>Stauroneis graciolar</i>	+	-
<i>Nitzschia</i> sp.	+	-
<i>Surirella braunii</i>	+	-
<i>S. cf. linearis</i> var. <i>constricta</i>	+	-
<i>S. Katrayi</i>	+	-
<i>S. muscicola</i>	+	-
<i>S. rumrichorum</i>	+	-
<i>S. splendidoides</i>	+	-
<i>Stenopterobia delicatissima</i>	+	+

(+) Presença da espécie no período; (-) Ausência da espécie no período

Tabela 3: Presença das espécies nos períodos seco e chuvoso no igarapé Caranã (continuação).

Espécie	Período	
	Seco	Chuvoso
<i>S. plactonica</i>	+	+
<i>Eunotia bidens</i>	+	+
<i>E. bilunaris</i>	+	+
<i>E. camelus</i>	+	+
<i>E. coccínea</i>	+	+
<i>E. fabeola</i>	+	-
<i>E. femoriformis</i>	+	+
<i>E. formica</i>	+	-
<i>E. guianense</i>	+	+
<i>E. hillae</i>	-	+
<i>E. incisa</i>	+	+
<i>E. luna var. aequalis</i>	+	+
<i>E. merediana</i>	+	-
<i>E. mucophila</i>	+	-
<i>E. paludosa</i>	+	-
<i>E. papilio</i>	-	+
<i>E. pileus</i>	+	-
<i>E. rabenhorstiana</i>	+	+
<i>E. schneideri</i>	-	+
<i>E. subrobusta</i>	+	+
<i>E. synedraeformis var. angustata</i>	+	+
<i>E. transfuga</i>	+	+
<i>E. trigibba</i>	+	+
<i>E. yanomami</i>	+	+
<i>Eunotia</i> sp	+	-
<i>Eunotia</i> sp 1	+	-
<i>Eunotia</i> sp 2	+	-

(+) Presença da espécie no período; (-) Ausência da espécie no período

Tabela 3: Presença das espécies nos períodos seco e chuvoso no igarapé Caranã (continuação).

Espécie	Período	
	Seco	Chuvoso
<i>Eunotia sp 3</i>	+	-
<i>Eunotia sp 4</i>	-	+
<i>Actinella brasiliensis</i>	+	-
<i>A.guianensis</i>	+	+
<i>A.mirabilis</i>	+	+
<i>Fragilaria javanica</i>	+	+
<i>Fragilaria braunii</i>	+	-
<i>Staurosira inflatissima</i>	+	+
<i>Ulnaria ulna</i>	-	+

(+) Presença da espécie no período; (-) Ausência da espécie no período

As espécies *Gomphonema apicatum*, *G. subtile*, *Neidium amphigomphus*, *Neidium sp.*, *Sellaphora aff. pupula*, *Sellaphora sp.*, *Pinnularia domingensis var. domingensis*, *P. hemipteriformis*, *P. latevitata var. latevitata*, *P. microstauron*, *P. monicae*, *P. subroptata var. semicruciatata*, *Navicula sp.*, *Placoneis sp.*, *P. tropica*, *Stauroneis graciolar*, *Nitzschia sp.*, *Surirella braunii*, *S. cf. linearis var. constricta*, *S. Kattrayi*, *S. muscicola*, *S. rumrichorum*, *S. splendidoides*, *E. fabeola*, *E. formica*, *E. merediana*, *E. mucophila*, *E. paludosa*, *E. pileus*, *Eunotia sp.*, *Eunotia sp. 1*, *Eunotia sp. 2*, *Eunotia sp. 3*, *Actinella brasiliensis* e *Fragilaria braunii* foram encontradas exclusivamente no período seco.

Já as espécies *Gomphonema garciae*, *Frustulia sp.*, *Pinnularia braunii*, *Navicula insulsa*, *Eunotia hillae*, *E. papilio*, *E. schneideri*, *Eunotia sp. 4.* e *Ulnaria ulna* foram encontradas apenas no período chuvoso.

4.4.1 Espécies Abundantes

Utilizando os critérios de Lobo; Leighton (1986), que consideram abundantes aquelas espécies cuja ocorrência numérica supera a média de ocorrência dos indivíduos por espécies, as espécies consideradas abundantes no igarapé Caranã totalizaram 23 no período seco e 13 no período chuvoso. Dentre 24 espécies que foram abundantes nos períodos estudados, 12 foram encontradas nos dois períodos, sendo assim, serão caracterizadas 24 espécies que foram abundantes nos períodos estudados. A tabela 4 representa as espécies abundantes de diatomáceas do igarapé Caranã nos períodos estudados.

Tabela 4: Espécies abundantes de diatomáceas do igarapé Caranã no período seco e no período chuvoso:

Espécies abundantes	Período	
	Seco	Chuvoso
<i>Actinella mirabilis</i> (Eulenstein ex Grunow) Grunow	+	-
<i>Brachysira rostrata</i> (Krasske) Metzeltin e Lange-Bertalot	+	-
<i>Brachysira</i> sp.	+	-
<i>Encyonema perminutum</i> Krammer	+	-
<i>Encyonopsis frequentis</i> Krammer	+	+
<i>Eunotia cf. bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills	+	+
<i>E. incisa</i> Gregory var. <i>incisa</i>	+	+
<i>Eunotia luna</i> var. <i>aequalis</i>	+	+
<i>Eunotia paludosa</i> Grunow	+	-
<i>Eunotia synedraeformis</i> var. <i>angustata</i>	+	+
<i>Eunotia trãnsfuga</i>	+	-
<i>Eunotia yanomami</i> Metzeltin e Lange-Bertalot	+	+
<i>Fragillaria javanica</i> Hustedt	+	+
<i>Frustulia rhomboide</i> (Ehernberg) De Toni var. <i>rhomboides</i>	+	+
<i>Frustulia saxonica</i> Rabenhorst	+	+
<i>Frustulia</i> sp.	-	+
<i>Frustulia undosa</i>	+	+
<i>Gomphonema archeavibrio</i> Lange-Bertalot; Reichardt	+	+
<i>Gomphonema lagenula</i> Kützing	+	+

(+) Presença da espécie no período; (-) Ausência da espécie no período

Tabela 4: Espécies abundantes de diatomáceas do igarapé Caranã no período seco e no período chuvoso (**continuação**)

Espécies abundantes	Período	
	Seco	Chuvoso
<i>Luticola monita</i> (Hustedt) D.G. Mann	+	-
<i>Pinnularia brauniana</i> (Grunow) Mills	+	-
<i>Pinnularia divergens</i> W. Smith (sensu lato)	+	-
<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lewis) Van Heurck sensu lato	+	-
<i>Surirella</i> cf. <i>linearis</i> var. <i>constricta</i> Grunow	+	-

(+) Presença da espécie no período; (-) Ausência da espécie no período

O ponto 1, local mais próximo às nascentes e usado por banhistas e também para irrigação de hortaliças, no período seco, teve como diatomáceas abundantes a *Eunotia bilunaris*, *E. paludosa*, *E. synedraeformis* var. *angustata*, *Fragilaria javanica*, *Frustulia rhomboides*, *F. saxonica*, *F. undosa* e *Gomphonema archeavibrio*; enquanto no período chuvoso foram encontradas *Eunotia bilunaris*, *E. femoriformis*, *E. synedraeformis* var. *angustata*, *Frustulia rhomboides*, *F. undosa* e *Gomphonema archeavibrio*. Como observado, as espécies foram bem similares, nos dois períodos no mesmo ponto.

No ponto 2, onde o igarapé foi desviado para construção de piscinas e bastante utilizado por banhistas, no período seco, a *Brachysira* sp., *Eunotia bilunaris*, *E. synedraeformis* var. *angustata*, *Fragilaria javanica*, *Frustulia rhomboides*, *F. saxonica*, *F. undosa*, *Gomphonema archeavibrio*, *Pinnularia divergens* e *Stenopterobia delicatissima*, e no período chuvoso, *Eunotia incisa*, *Fragilaria javanica*, *Frustulia rhomboides*, *F. saxonica*, *F. undosa*, *Frustulia* sp. e *Gomphonema archeavibrio* foram as espécies abundantes identificadas.

No ponto 3, um local com visível degradação e derramamento de esgotos clandestinos, as espécies abundantes *Brachysira* sp., *Brachysira rostrata*, *Eunotia luna* var. *aequalis*, *E. yanomami*, *Fragilaria javanica*, *Frustulia rhomboides*, *F. saxonica*, *Gomphonema lagenula*, *Pinnularia brauniana* e *Luticola monita* foram encontradas no período seco; no chuvoso, foram

abundantes a *Eunotia luna* var. *aequalis*, *E. yanomami*, *Fragilaria javanica*, *Frustulia rhomboides*, *F. saxonica*, *F. undosa*, *Gomphonema archeavibrio* e *G. lagenula*.

No ponto 4, onde o igarapé Caraná deságua no rio Cauamé, as espécies abundantes no período seco foram *Encyonema perminutum*, *Encyonopsis frequentis*, *Eunotia incisa*, *Eunotia luna* var. *aequalis*, *E. tranfuga*, *E. yanomami*, *Fragilaria javanica*, *Frustulia rhomboide*, *F. saxonica*, *Gomphonema archeavibrio* e *Surirella* cf. *linearis* var. *constricta*. No período chuvoso, apenas *Encyonopsis frequentis* foi considerada abundante.

Em todos os pontos o número de espécies foi mais abundante no período seco, mostrando um padrão de distribuição das diatomáceas em relação aos ciclos hidrológicos. Esses dados confirmam a afirmação de Godoi (2008) de que ocorre a predominância de espécies no período seco.

Das 24 espécies abundantes, *Frustulia rhomboides* apresentou uma ampla distribuição, sendo encontrada nos quatro pontos de coleta, tanto no período seco quanto no período chuvoso; e abundante nos quatro pontos de coleta do período seco e em três pontos de coleta do período chuvoso (exceto no ponto 4). *Frustulia saxonica* e *Gomphonema archeavibrio* foram abundantes em três pontos de coleta, tanto no período seco quanto no período chuvoso (figura 19).

As espécies que apresentaram ampla distribuição no igarapé Caraná são descritas na literatura como características de ambientes de águas ácidas (PLANAS, 1996, MORO e FÜSRTEBERG, 1997, MELTZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998), caso que ocorre no ambiente de estudo.

Algumas espécies de diatomáceas já foram citadas para a região Amazônica, como *Actinella mirabilis*, *Fragilaria javanica*, *Frustulia rhomboide* por Souza-Mosimann et al. (1997). *Actinella mirabilis*, *Eunotia paludosa*, *Eunotia synedraeformis* var. *angustata*, *Fragilaria javanica*, *Frustulia rhomboide* e *Gomphonema archaeovibrio* foram encontradas nos estudos de Díaz-Castro et al. (2003) e Melo et al. (2005b). *Fragilaria javanica*, *Encyonopsis frequentis*, *Eunotia* cf. *bilunaris*, *Eunotia incisa*, *Eunotia paludosa*, *Eunotia synedraeformis*, *Gomphonema archaeovibrio*, *Frustulia rhomboide* e *Stenopterobia delicatissima* foram encontradas no estudo de Raupp et al. (2009), no lago Cutiuaú- AM.

Em Boa Vista – RR, Neto et al. (2007) fizeram um estudo em vários igarapés da cidade, identificaram os gêneros *Pinnularia* e *Navicula* no igarapé Caranã. Segundo os autores, no igarapé Caranã, o ponto mais próximo à nascente apresentou cobertura vegetal, mata ciliar presente e muitas macrófitas aquáticas, que fornecem substratos para o perifíton.

Para eles a principal causa para mudanças na estrutura da comunidade de algas perifíticas foi a precipitação e a ação antrópica, com despejo de esgotos domésticos clandestinos, o que ocasionou a redução da biodiversidade, apresentando apenas pequenas espécies de diatomáceas. Esses dados diferem dos resultados encontrados no presente estudo, uma vez que foi observada uma elevada riqueza de táxons de diatomáceas no igarapé.

As espécies encontradas neste estudo são citadas pela primeira vez para o estado de Roraima.

As espécies que serão caracterizadas quanto à sua indicação ambiental nesses estudos foram as abundantes no igarapé Caranã durante o período de coletas, totalizando 24 espécies.

As diatomáceas foram mais abundantes no período seco, em todos os pontos de coleta.

No ponto 1, como mostra a figura 17, as espécies *Eunotia paludosa*, *Fragilaria javanica* e *Frustulia saxonica* foram encontradas apenas no período seco; já a *Eunotia femoriformis* foi encontrada apenas no chuvoso. No ponto 2, *Eunotia incisa* e *Frustulia sp.* apareceram apenas no período chuvoso, enquanto *Brachysira sp.*, *Eunotia bilunaris*, *E. synedraeformis var. angustata*, *Pinnularia divergens* e *Stenopterobia delicatissima*, no seco. No ponto 3, *Brachysira sp.*, *B. rostrata*, *Pinnularia brauniana* e *Luticola monita* foram encontradas apenas no período seco; já *Frustulia undosa* e *Gomphonema archeavibrio*, no chuvoso. No ponto 4, apenas uma espécie foi abundante no período chuvoso, a *Encyonopsis frequentis*.

Como se pode observar na figura 17, em todos os pontos, o período seco foi bem mais representativo, em termos de espécies, do que o período chuvoso. Isso se deve a diminuição da precipitação no período, contribuindo assim, para melhor fixação das espécies de diatomáceas nos substratos.

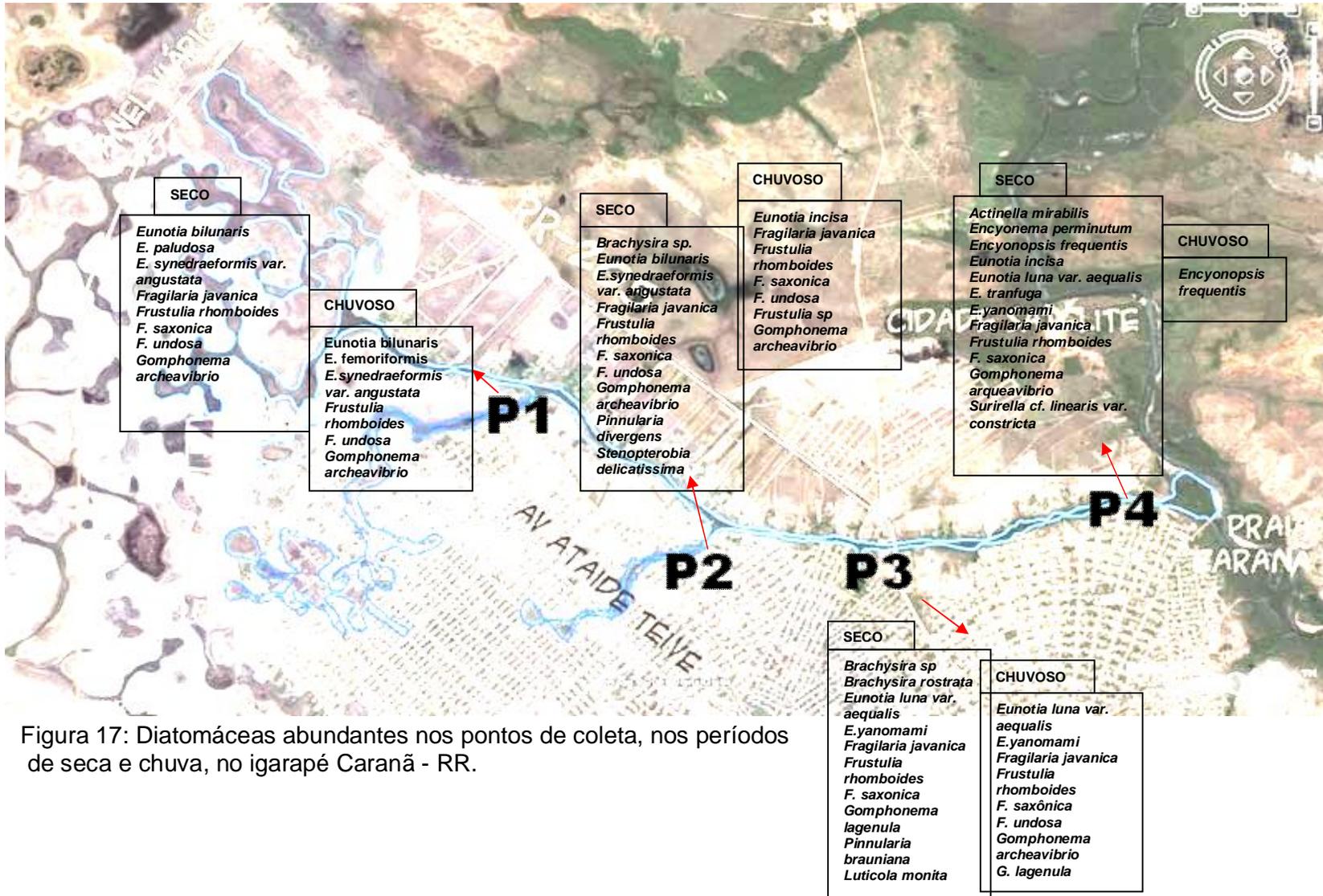


Figura 17: Diatomáceas abundantes nos pontos de coleta, nos períodos de seca e chuva, no igarapé Caraná - RR.

4.4.2 Caracterização das Espécies Abundantes

***Actinella mirabilis* (Eulenstein ex Grunow) Grunow**

Pertence à família Eunotiacea. A espécie foi abundante no ponto 4 (deságue do igarapé no rio Cauamé), que apresentou valores elevados de coliformes e pH ácido (5,3). Os dados ratificam os trabalhos de Patrick; Reimer (1996), e Round et al. (1990), que descrevem como sendo normalmente encontradas em águas extremamente ácidas e ricas em substâncias húmicas, estando a maioria das espécies em águas tropicais e subtropicais; De Oliveira; Steinitz-Kanann (1992), que relatam a ocorrência em água doce; enquanto Luchini; Verona (1972) descrevem a espécie como de água doce e acidófilas. Possui ocorrência elevada em sistemas de água preta: ambientes caracterizados por baixos valores de pH e alta concentração de compostos húmicos (SIOLI,1984) (Apêndice A). Dimensões: Comprimento = 180 µm e Largura = 19 µm.

***Brachysira rostrata* (Krasske) Metzeltin e Lange-Bertalot**

No igarapé Caranã, foi abundante no Ponto 3 (Ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre), no período seco. Esse ambiente apresenta-se degradado, sendo classificado, de acordo com a Resolução nº 274/00, como impróprio, por apresentar um alto valor de coliformes termotolerantes, além disso, seu pH indicou um ambiente ácido (5,2). Para Kelly et al. (2011), o gênero *Brachysira* está estritamente relacionado a ambientes ácidos (Apêndice A). Dimensões: Comprimento = 54µm e Largura = 11µm.

4.4.2 Caracterização das Espécies Abundantes

***Actinella mirabilis* (Eulenstein ex Grunow) Grunow**

Pertence à família Eunotiacea. A espécie foi abundante no ponto 4 (deságue do igarapé no rio Cauamé), que apresentou valores elevados de coliformes e pH ácido (5,3). Os dados ratificam os trabalhos de Patrick; Reimer (1996), e Round et al. (1990), que descrevem como sendo normalmente encontradas em águas extremamente ácidas e ricas em substâncias húmicas, estando a maioria das espécies em águas tropicais e subtropicais; De Oliveira; Steinitz-Kanann (1992), que relatam a ocorrência em água doce; enquanto Luchini; Verona (1972) descrevem a espécie como de água doce e acidófilas. Possui ocorrência elevada em sistemas de água preta: ambientes caracterizados por baixos valores de pH e alta concentração de compostos húmicos (SIOLI,1984) (Apêndice A). Dimensões: Comprimento = 180 µm e Largura = 19 µm.

***Brachysira rostrata* (Krasske) Metzeltin e Lange-Bertalot**

No igarapé Caranã, foi abundante no Ponto 3 (Ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre), no período seco. Esse ambiente apresenta-se degradado, sendo classificado, de acordo com a Resolução nº 274/00, como impróprio, por apresentar um alto valor de coliformes termotolerantes, além disso, seu pH indicou um ambiente ácido (5,2). Para Kelly et al. (2011), o gênero *Brachysira* está estritamente relacionado a ambientes ácidos (Apêndice A). Dimensões: Comprimento = 54µm e Largura = 11µm.

Brachysira sp.

Essa espécie foi encontrada no Ponto 2 (banho do Porquinho) e Ponto 3 (Ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre), no período seco, onde a água apresentou pH ácido (5,7). O gênero é considerado de ambientes ácidos (KELLY et al., 2011), (Apêndice A). Dimensões: Comprimento = 28 μ m e Largura = 6 μ m.

***Encyonema perminutum* Krammer**

Espécie abundante no Ponto 4 (deságue do igarapé no rio Cauamé), no período seco. Ambiente de pH ácido (5,3) e valores elevados de coliformes. Não foi encontrado nenhum trabalho na literatura pesquisada referente à indicação ambiental dessa espécie (Apêndice A). Dimensões: Comprimento = 19 μ m e Largura = 5 μ m.

***Encyonopsis frequentis* Krammer**

Essa espécie foi abundante no Ponto 4 (deságue do igarapé Caranã no rio Cauamé) tanto no período seco quanto no chuvoso, e com a média de pH de 5,2 e 6,1 respectivamente. É uma espécie acidófila, acidobiônica. Esses dados são semelhantes aos de Vouilloud et al. (2010), na Amazônia colombiana e peruana, os quais observaram que a espécie foi encontrada em águas com baixo valor de pH em torno de 4,8 a 6,3 (Apêndice A). Dimensões: Comprimento = 40 μ m e Largura = 5 μ m.

***Eunotia cf. bilunaris* (Ehrenberg) Mills**

Nesse estudo, foi abundante no Ponto 1 (próximo à nascente do igarapé) e Ponto 2 (banho do Porquinho) no período seco; e no Ponto 1, no período chuvoso, apresentando valor médio de pH de 5,7, 5,7 e 6,3, respectivamente. O gênero *Eunotia* é bastante citado nas literaturas pesquisadas como indicador de ambientes aquáticos ácidos e oligotróficos. Para Round et al. (1990), são restritas à água doce e particularmente abundantes no epifiton e em águas oligotróficas, ácidas e preferencialmente em ambientes lênticos. Já de acordo com Patrick; Reimer (1966), *E. bilunaris* desenvolve-se bem em lagos rasos, córregos e rios e é amplamente distribuída em águas ácidas e com baixo conteúdo mineral, podendo também ser encontrada em águas alcalinas. Hodgson; Vyverman; Tyler, (1997) descrevem a espécie como cosmopolita, de água doce e acidófila, assim como Moro; Füsrtenberg, (1997) afirmam que são encontradas em ambientes oligossapróbios, que em relação ao pH podem, ser acidobiônicas, acidófilas ou alcaliófilas, e estão nos mais diversos habitats. Foi encontrada no estudo de Ferrari et al. (2007) que constatou que o pH dos igarapés analisados eram ácidos. Salomoni (2004) caracterizou a espécie como possuindo moderada tolerância à poluição. Sendo assim os dados encontrados confirmam os estudos anteriores, que definem as espécies como acidófilas, acidobiônicas (Apêndice B). Dimensões: Comprimento = 58µm e Largura = 3µm.

Eunotia incisa* Gregory var. *incisa

Foi abundante no Ponto 4 (deságue do igarapé Caranã no rio Cauamé), no período seco, onde foi verificado pH ácido (5,2). Para Hodgson; Vyverman; Tyler, (1997) e Vyverman (1991) são espécies cosmopolitas, presentes em água levemente salobra a doce e acidófila; enquanto para Moro; Füsrtenberg (1997) e Whitmore (1989) são acidobiônicas ou acidófilas e são de ambientes

oligotróficos, mesotróficas, perifíticas, muscícolas, epífitas e planctônicas. Descrita por Ferrari et al. (2007) em igarapés de águas ácidas. Os dados corroboram as literaturas pesquisadas (Apêndice B). Dimensões: comprimento = 37 μ m e Largura = 6 μ m.

***Eunotia luna var. aequalis* Hustedt**

Abundante no Ponto 3 (ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre) e Ponto 4 (deságue do igarapé Caranã no rio Cauamé), no período seco, e Ponto 3 no chuvoso. Os autores das literaturas analisadas (PLANAS, 1996, MORO e FÜSRTEBERG 1997, METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998) descrevem o gênero *Eunotia* como característicos de ambientes ácidos, tendo sido identificada no igarapé com pH ácido. Não foi encontrado nenhum dado sobre a indicação ambiental dessa espécie na literatura pesquisada. Lange-Bertalot (1998) encontrou essa espécie no lago Calado - AM. Dimensões: Comprimento = 54 μ m e Largura = 8 μ m.

Eunotia paludosa* Grunow aff. *paludosa

No presente estudo, foi abundante no Ponto 1 (próximo à nascente do igarapé) no período seco, onde o pH é ácido (5,7). Os dados corroboram os de Petersen (1950), que afirma que são de água doce e ácida; os de Moro e Füsrtenberg (1997); Patrick; Reimer (1966, 1975), que descrevem como acidobiônicas e acidófilas, como também cosmopolita (VYVERMAN, et al., 1995). São frequentemente encontradas em águas ácidas e com pouco mineral (PATRICK; REIMER, 1966), (Apêndice B). Dimensões: Comprimento = 44 – 55 μ m e Largura = 3 - 4 μ m.

***Eunotia synedraeformis* var. *angustata* Hustedt**

Foi abundante no Ponto 1 (próximo à nascente do igarapé) e Ponto 2 (banho do Porquinho), no período seco; e no Ponto 1, no chuvoso, todos com pH ácido (5,7; 5,7 e 6,3, respectivamente), corroborando os dados de Raupp et al. (2009), que identificaram a espécie no lago Cutiuauá - AM, um ambiente com pH ácido, em torno de 3,32 - 4,52 (Apêndice B). Dimensões: Comprimento = 185µm e Largura = 7µm.

Eunotia transfuga

No igarapé Caranã, foi abundante no Ponto 4 (deságue no rio Cauamé), no período seco, onde o pH foi de 5,2. Corroborando os dados de Bicca e Torgan (2009) no Rio Grande do Sul, onde foi encontrada em temperatura de 16 a 34°C e o pH variou de 5,6 a 6,7, indicando que podem ser consideradas acidobióticas. Sala et al. (2002), que registraram a presença da espécie na Amazônia colombiana, onde o pH variou de 4,6 a 6,6, indicando que podem ser acidófilas, acidobióticas (Apêndice B). Dimensões: Comprimento = 105µm e Largura = 7µm.

***Eunotia yanomami* Metzeltin e Lange-Bertalot**

A *E. yanomami* foi abundante no Ponto 3 (Ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre) e Ponto 4 (deságue no rio Cauamé) no período seco, e Ponto 3, no período chuvoso, onde apresentaram valores médios de pH de 5,2; 5,2; e 5,7, respectivamente. Ambientes de águas ácidas. Trabalhos como os de Metzeltin; Lange-Bertalot (1998) propuseram uma nova espécie, *Eunotia yanomani*, que com base em exemplares encontrados na Amazônia, esclareceram que é sinônimo da *E. zygodon*. Eles verificaram que as

dimensões dos indivíduos analisados concordam com ambas as espécies. Para Moro e Füsrttemberg (1997); Patrick; Reimer (1966, 1975) são acidófilas, epifíticas, perifíticas. Os dados encontrados no igarapé contribuem com os já descritos pela literatura referentes à espécie (Apêndice B). Dimensões: Comprimento = 100 μ m e Largura = 21 μ m.

***Fragillaria javanica* Hustedt**

No presente estudo, foi abundante no Ponto 1 (próximo à nascente do igarapé) e Ponto 2 (banho do Porquinho), no período seco; e no Ponto 2, no chuvoso, com pH ácido nos três pontos (5,7; 5,7; e 5,5, respectivamente), confirmando os dados de Hustedt (1965), que descrevem-na como características de águas ácidas e oligotróficas. Já para Torgan; Biancamano (1991) e Moro; Füsrttemberg (1997), são de água doce, perifíticas, acidófilas e de ambientes lóticos e lênticos (Apêndice A). Dimensões: Comprimento = 87 μ m e Largura = 6 μ m.

Frustulia rhomboides* (Ehernberg) De Toni var. *rhomboides

Espécie com ampla distribuição ao longo do Igarapé Caranã, encontrada nos quatro pontos de coleta, tanto no período seco quanto no período chuvoso. Isso indica a facilidade dessa espécie em se adaptar a ambientes preservados, como o Ponto 1 e o Ponto 2, como também em ambientes contaminados, como o Ponto 3 e o Ponto 4. Os dados encontrados corroboram os de Van Dam et al. (1994) e Planas (1996), que afirmam que esse é um táxon encontrado, de preferência, em águas ácidas, de pH variando entre 4,5 e 7,0, e oligotróficas. Enquanto Moro; Füsrttemberg (1997) caracterizam como acidobiônicas, acidófilas, alcaliófilas, circumneutras, podendo ser encontradas em ambientes oligotróficos e distróficos, litorâneas, perifíticas, plantônicas, apresentando temperaturas acima de 30°C e por essa razão são chamadas de eutermas. Já

Lobo et al. (2002), classificam a espécie com indicadora de ambiente moderadamente poluídos (Apêndice C). Dimensões: Comprimento = 92 μ m e Largura = 18 μ m.

***Frustulia saxonica* Rabenhorst**

Foi abundante no Ponto 2 (banho do Porquinho), Ponto 3 (ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre) e Ponto 4 (deságue no rio Cauamé) no período seco; e Ponto 1 (próximo à nascente do igarapé), Ponto 2 e Ponto 3 no chuvoso, ambientes com pH ácido. Os dados são semelhantes aos de Lange-Bertalot (2001), os quais afirmam que podem ser encontrada em ambientes ricos em ácidos orgânicos. Já para Hodgson, Vyverman; Tyler (1997); De Domitrovic; Maidana (1997), são de água doce a levemente salobra, bênticas, acidófilas, cosmopolitas, acidobiônticas, halófobas e de ambientes com ácidos húmicos, com pH variando entre 4 e 6. Vyverman (1991); Moro; Fürstenberg (1997); Patrick; Reimer (1966, 1975) e Whitmore (1989) descrevem a espécie com acidobiôntica, acidófila, alcaliófila, alcalobiôntica, circumneutra, indiferente, epifítica, epilítica, perifítica, planctônica, oligotróficas ou distróficas. Salomoni (2004) considerou a espécie com moderada tolerância a poluição (Apêndice C). Dimensões: Comprimento = 61 μ m e Largura = 15 μ m.

***Frustulia* sp.**

Foi abundante no Ponto 2 (banho do Porquinho), no período chuvoso, como pH ácido (5,5). Os dados corroboram os de Planas (1996), que cita o gênero *Frustulia* como acidófilo (Apêndice C). Dimensões: Comprimento = 33 μ m e Largura = 9 μ m.

Frustulia undosa

Foi abundante no Ponto 1 (próximo à nascente do igarapé) e Ponto 2 (banho do Porquinho), no período seco; e, no chuvoso, no Ponto 1, Ponto 2 e Ponto 3 (Ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre) todos com pH ácido. Esses resultados confirmam o estudo feito por Nascimento et al. (2010), no lago Caçó, no Estado do Maranhão, que identificou as águas como ácidas e mesotróficas (Apêndice C). Dimensões: Comprimento = 43 μ m e Largura = 9 μ m.

***Gomphonema archeavibrio* Lange-Bertalot e Reichardt**

A espécie foi abundante no Ponto 1 (próximo à nascente do igarapé), Ponto 2 (banho do Porquinho) e Ponto 4 (deságue do igarapé Caraná no rio Cauamé), no período seco, e; no período chuvoso, no Ponto 1, Ponto 2 e Ponto 3 (ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre), e o pH verificado foi ácido nos pontos mencionados. Os dados são semelhantes aos de Nascimento et al. (2010), que, estudando o lago Caçó no Estado do Maranhão encontraram em águas ácidas e mesotróficas. O gênero *Gomphonema* é característico de ambientes oligotróficos e pobre em eletrólitos (METZELTIN; LANGE-BERTALOT, 1998) (Apêndice C). Dimensões: Comprimento = 112 μ m e Largura = 11 μ m.

***Gomphonema lagenula* Kützing**

No presente estudo, foi abundante no Ponto 3 (ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre), tanto no período seco quanto no chuvoso, onde o pH verificado foi de 5,2 e 5,7, respectivamente; indicando ser uma espécie acidófila. No trabalho de Ludwig et al. (2010), essa espécie foi classificada como de ambientes meso-eutróficos, sugerindo indício de um processo de

degradação da qualidade de suas águas. Isso pode ser evidenciado no ponto 3 onde a espécie foi abundante, pois suas águas foram classificadas impróprias em relação ao número de coliformes, segundo Brasil (2000) (Apêndice C). Dimensões: Comprimento = 17 μ m e Largura = 6 μ m.

***Luticola monita* (Hustedt) D.G. Mann**

Espécie abundante no Ponto 3 (ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre), no período seco, tendo apresentado um elevado valor de coliformes termotolerantes, indicando uma água imprópria segundo Brasil (2000) e seu pH foi de 5,5. Não foi possível comparar os resultados em relação à sua indicação ambiental por não haver trabalhos relacionados na literatura pesquisada (Apêndice D). Dimensões: Comprimento = 25 μ m e Largura = 9 μ m.

***Pinnularia brauniana* (Grunow) Mills**

Espécie abundante no Ponto 3 (ponte que dá acesso ao município de Alto Alegre), no período seco, onde o pH verificado foi de 5,2.

O gênero *Pinnularia* pode ser encontrado em uma ampla variedade de tipos de água, mas muitos são indicativos para ácido, doce, meso-eutróficos (VAN DAM et al., 1994; LUDWIG et al., 2010). Os dados corroboram os do presente trabalho (Apêndice D). Dimensões: Comprimento= 49 μ m e Largura= 9 μ m.

***Pinnularia divergens* W. Smith (sensu lato)**

No presente estudo, a espécie foi abundante no Ponto 2 (banho do Porquinho), no período seco, com pH de 5,7; caracterizando-a como acidófila.

Nos trabalhos de Patrick; Reimer (1966); Krammer (2000); Hodgson, Vyverman; Tyler (1997); Hustedt, (1955) e Cholnoky (1968), a espécie foi encontrada em ambientes de baixo conteúdo mineral, ambiente ácido com pH em torno de 6,5. Segundo os autores, são de ambientes de água doce, bêntico, halóforo. Já nos trabalhos de Moro; Füsrttemberg (1997); Patrick; Reimer (1966, 1975), a espécie é caracterizada como acidobiônica, acidófila, alcaliófila, circumneutra, indiferente, perifítica, planctônica, e encontrada em ambientes oligotróficos. Salomoni (2004) considerou-a como tolerante à poluição moderada (Apêndice D). Dimensões: Comprimento = 77 μ m e Largura = 14 μ m.

***Stenopterobia delicatissima* (Lewis) Van Heurck sensu lato**

Encontrada no Ponto 2 (banho do Porquinho), onde o pH verificado foi de 5,7; podendo ser classificada como acidófila. Para Vyverman (1991); Hodgson, Vyverman, Tyler (1997) são cosmopolita de água doce e oligotrófica, e de ambiente rico em ácidos húmicos. No trabalho de Cholnoky (1968); Krammer; Lange-Bertalot (1986), a espécie foi encontrada em ambientes ácidos com pH em torno de 5,2. Já Moro; Füsrttemberg (1997) caracterizam-na como acidófila, acidobiônica, circumneutra, oligotrófica, podendo viver nos mais diversos habitats (Apêndice D). Dimensões: Comprimento = 42 μ m e Largura = 15 μ m.

***Surirella linearis var. constricta* Grunow**

Essa espécie foi abundante no Ponto 4 (deságue no rio Cauamé), no período seco, onde o pH foi de 5,2; sendo considerada uma espécie acidófila, corroborando o trabalho de Whitmore (1989); Moro, Füsrttemberg (1997) que caracterizam a espécie como acidófila, acidobiônica, circumneutra. Vivem em ambientes oligotróficos e em diferentes habitats. Para Ludwig et al. (2010) são oligo-mesotróficas a eutróficas (Apêndice D). Dimensões: Comprimento =

175 μ m e Largura = 19 μ m.

Na literatura consultada, não foram encontradas informações sobre a ecologia das espécies abundantes *Luticola monita* (Hustedt) D. G. Mann e *Encyonema perminutum* Krammer. Dessa forma, a partir das tolerâncias ambientais determinadas para as outras espécies abundantes, é possível inferir que essas espécies apresentam características semelhantes quanto ao ambiente em que vivem. Estudos posteriores deverão confirmar a hipótese levantada.

A inclusão de informações ecológicas, baseadas na tolerância de organismos indicadores de diferentes grupos taxonômicos, tem sido uma possibilidade mais promissora para a avaliação da qualidade da água, pelo fato da presença e da abundância das populações refletirem de forma integrada o conjunto de condições pretéritas de um dado ambiente, de modo mais fidedigno do que as determinações instantâneas de parâmetro sabióticos (ABEL, 1979 apud SALOMONI, 2004).

5 ANÁLISE DOS DADOS

Na análise de agrupamento, com base na abundância das espécies de diatomáceas, foram formados dois grupos distintos (a e b), e uma espécie isolada (figura 18).

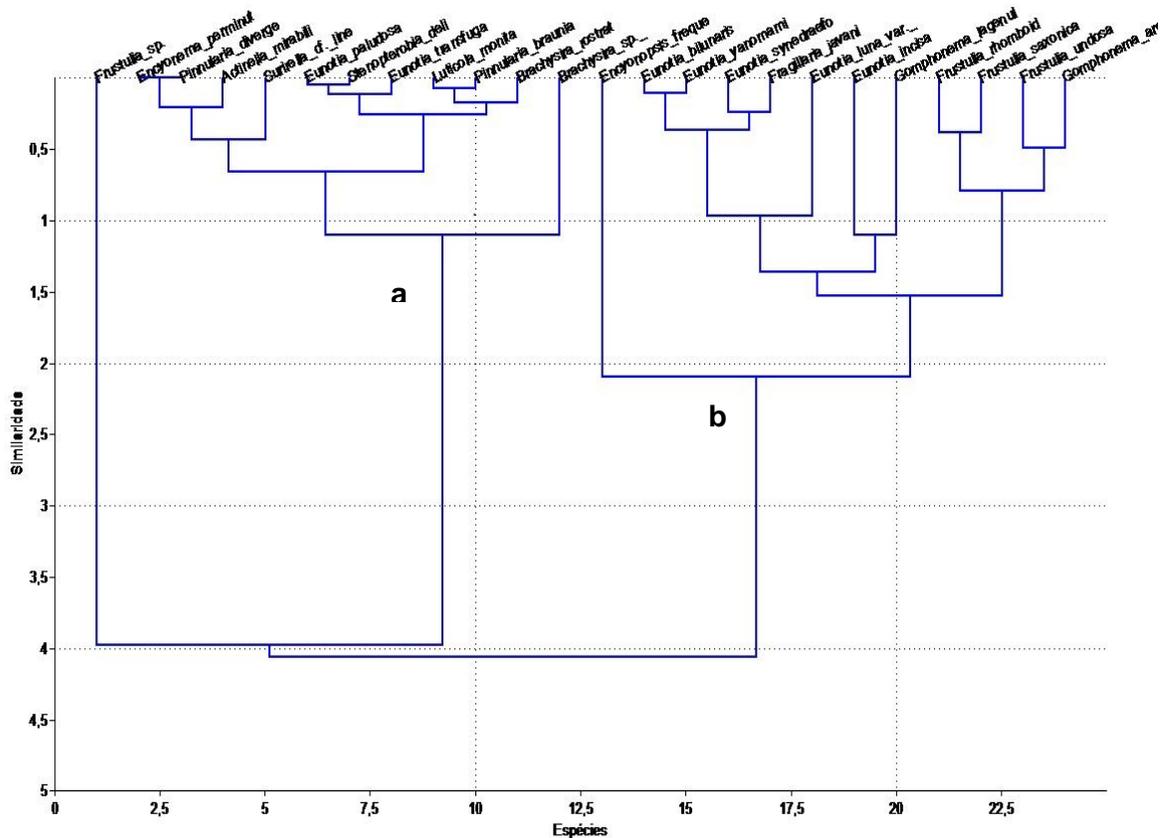


Figura 18: Dendrograma resultante da análise de agrupamento baseado na similaridade entre as espécies abundantes de diatomáceas nos períodos de coleta no igarapé Caranã, Boa Vista – RR.

A figura 18 mostra a relação das espécies com os períodos de coleta, com significativa similaridade (50%). Isso evidencia a relação das espécies nos dois períodos de estudo (seco e chuvoso).

O programa PAsT separou as espécies pela ocorrência nos períodos de estudo e, com isso, foram formados dois grupos: “a” *Encyonema perminutum*,

Pinnularia divergens, *Actinella mirabilis*, *Surirella cf. linearis var. constricta*, *Eunotia paludosa*, *Stenopterobia delicatissima*, *Eunotia transfuga*, *Luticola monita*, *Pinnularia brauniana*, *Brachysira rostrata*, e são referentes às espécies que não foram encontradas no período chuvoso; e “b” *Encyonopsis frequentis*, *Eunotia bilunaris*, *E. yanomami*, *E. synedraeformis var. angustata*, *Fragilaria javanica*, *Eunotia luna var. aequalis*, *E. incisa*, *Gomphonema lagenula*, *Frustulia rhomboides*, *Frustulia saxonica*, *Frustulia undosa* e *Gomphonema archeavibrio*, encontradas no período seco. *Frustulia sp.* foi encontrada apenas no período chuvoso, por isso a proximidade com o grupo “a”.

O presente trabalho, além de ser pioneiro para o Estado de Roraima, apresenta importantes informações sobre as diatomáceas, a indicação ambiental destas, a contaminação fecal no ambiente e a dinâmica do igarapé Caranã.

Num estudo futuro, e havendo equipamentos apropriados para as análises, será possível incluir outras variáveis e, dessa forma, uma matriz mais expressiva para análises multivariadas.

Estudos adicionais podem ser realizados objetivando o acompanhamento da qualidade da água, através de índices biológicos utilizando diatomáceas, assim como feito na região Sul do Brasil.

A continuação de estudos em igarapés do Estado de Roraima possibilitará a construção do índice biológico próprio para a região e, com isso, poderá gerar informações e subsidiar ações para a melhor gestão dos recursos hídricos, tornando possível a conservação dos ecossistemas aquáticos e do bem estar da população.

6 CONCLUSÕES

Em Roraima são extremamente escassos os trabalhos sobre diatomáceas, sendo esse pioneiro para a região e, por essa razão com uma importância relevante que no tange à indicação ambiental utilizando essas algas.

O valor mais elevado de temperatura foi registrado no período seco com 30,6°C no mês de novembro de 2009 no ponto 4. Já a temperatura mais baixa foi registrada no período chuvoso, com 27,2°C, no mês de junho de 2010, no ponto 1.

Os valores de pH obtidos no estudo mostram que as água do igarapé Caranã estão acidificadas na maioria dos seus pontos.

A densidade de coliformes mostrou que o Ponto 1 e o Ponto 2 do igarapé podem ser utilizados para balneabilidade, enquanto o Ponto 3 e Ponto 4 foram considerados impróprios para o esse fim.

Foram identificados 90 táxons de diatomáceas, em nível específico, divididos em 20 gêneros e 13 famílias.

Durante o período seco, foram identificados 80 táxons, já no período chuvoso foram identificados 48 táxons. Essa predominância de espécies identificadas no período seco é devida à diminuição da precipitação, possibilitando uma fixação mais segura das diatomáceas ao substrato.

A família que apresentou maior riqueza foi a Eunotiaceae, com 31 táxons, seguida da família Pinnulariaceae, com 14 táxons. Essas famílias, pertencentes à ordem das Penales, possuem melhor adaptação morfológica para aderir ao substrato.

Os gêneros que apresentaram maior representatividade foi *Eunotia*, com 28 táxons, seguida de *Pinnularia*, com 14 táxons.

Foram caracterizadas as espécies abundantes encontradas nos dois períodos de coletas, totalizando 24 espécies abundantes. São elas: *Actinella mirabilis* (Eulenstein ex Grunow) Grunow, *Brachysira rostrata* (Krasske) Metzeltin e Lange-Bertalot, *Brachysira sp.*, *Encyonema perminutum* Krammer, *Encyonopsis frequentis* Krammer, *Eunotia cf. bilunaris* (Ehrenberg) Mills, *Eunotia incisa* Gregory var. *incisa*, *Eunotia luna* var. *aequalis* Hustedt, *Eunotia paludosa* Grunow aff. *paludosa*, *Eunotia synedraeformis* var. *angustata* Hustedt, *Eunotia transfuga*, *Eunotia yanomami* Metzeltin e Lange-Bertalot, *Fragillaria javanica* Hustedt, *Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni var. *rhomboides*, *Frustulia saxonica* Rabenhorst, *Frustulia sp.*, *Frustulia undosa*, *Gomphonema archeavibrio* Lange-Bertalot e Reichardt, *Gomphonema lagenula* Kützing, *Luticola monita* (Hustedt) D.G. Mann.

A maioria das espécies encontradas confirmou através da literatura pesquisada a relação da comunidade de diatomáceas com o ambiente estudado.

A presença e abundância dos gêneros *Actinella*, *Eunotia* e *Pinnularia* caracterizam as águas do igarapé como tropicais, oligotróficas e ácidas.

As espécies citadas neste estudo são descritas pela primeira vez para o Estado de Roraima.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Y. B.; LUDWIG, T. A. V.; SOARES, C. C.; HAMADA, N. Stomach content analyses of *Simulium perflavum* Roubaud 1906 (Diptera: Simuliidae) larvae from streams in central Amazonia, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 96, n. 4, p. 561-576, maio 2001. <Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S007402762001000400020&lng=pt&nrm=iso&tlng=em>. Acesso em: 29 dez. 2010.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for Examination of Water and water**. 20. ed. Baltimore : United Book Press, 1999.

BATTARBEE, R. W.; CHARLES, D. F.; DIXIT, S. S.; RENBERG, I.. Diatoms as indicators of surface water acidity. *In*: STOERMER, E. F.; SMOL, J. P. (Eds). **The diatoms applications for the environmental and earth sciences**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p. 85-127.

BEYENE, A.; ADDIS, T.; KIFLE, D.; LEGESSE, W.; KLOOS, H.; TRIEST, L. Comparative study of diatoms and macroinvertebrates as indicators of severe water pollution: Case study of the Kebena and Akaki rivers in Addis Ababa, Etiopia. **Ecological Indicators**, Washington DC, v. 9, n. 2, p. 381-392, mar. 2009.

BICCA, A. B.; TORGAN, L. C. Novos registros de *Eunotia* Ehrenberg (Eunotiaceae-Bacillariophyta) para o Estado do Rio Grande do Sul e Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 23, n. 2, jun. 2009.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, R. M. T. **Algas de águas continentais brasileiras**: chaves ilustradas para identificação de gêneros. São Paulo: FUNBEC, 1970.

BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. Técnicas para coleta, fixação, preservação e estudo. *In*: _____. **Gêneros de algas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)**. São Carlos: RiMa, 2006.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. São Paulo: CETESB, 1978. 619 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Regimento Interno - CONAMA. Resolução n. 274, de 29 de novembro de 2000. **LEX**: Diário Oficial, Brasília, p.70-71, jan., 1 Trim. 2001. Legislação Federal e Marginalia.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Regimento Interno - CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. **LEX**: Diário Oficial, Brasília, p. 58-63, mar., 1 Trim. 2005. Legislação Federal e Marginalia.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Brasília: FUNASA, 2006. 146 p.

CETESB. **Variáveis da qualidade das águas**. São Paulo: CETESB – Companhia Ambiental do estado de São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 28 ago. 2010.

CLETO FILHO, S. E. Urbanização, poluição e biodiversidade na Amazônia. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 193, p. 72-75, jun. 2003.

CHOLNOKY, B. J. Diatomeen aus dhei Stauseen in Venezuela. **Revista de Biologia**, Lisboa, v. 6, n. 3-4, p. 235-271, 1968.

COX, E. J. Studies on the diatom Genus *Navicula* Bory. IV. The identity, structure and ecology of some freshwater species. **Diatom Research**, Londres, v. 2, p. 159-174, 1987.

CUPP, E. F. Marine plankton diatoms of the west coast of North America, Bull. Scripps Inst. **Oceanografic**, Califórnia, v. 5, n. 1, p. 1-237, 1943.

DE DOMITROVIC, Y. Z.; MAIDANA, N. I. **Taxonomic and ecological studies of Paraná River diatom flora (Argentina)**. Berlin: J. Cramer, 1997. 122p.

DENICOLA, D. M. A review of diatoms found in highly acidic environments. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 433, n. 1, p. 111-112, ago. 2000.

DE OLIVEIRA, P. E.; STEINITZ-KANANN, M. The diatom flora (Bacillariophyceae) of the Cuyabeno Faunistic Reserve, Equadorian Amazonia. **Nova Hedwigia**, Stuttgart. v. 54, n. 3-4, p. 515-552. 1992.

DÍAZ-CASTRO, J. G.; SOUZA-MOSIMANN, R. M.; LAUDARES-SILVA, R.; FORSBERG, B. R. Composição da comunidade de diatomáceas perifíticas do rio Jaú, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**. Manaus, v. 33, n. 4, p. 583-606, abr. 2003.

DUPONT, A; LOBO, E. A; COSTA, A. B; SCHUCH. Avaliação da qualidade da água do Arroio do Couto, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa, série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 19, n. 1, p.56-74, jan. 2007.

EHRENBERG, C. G. Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd und Nord-Amerika. **Königlichen Akademie der Wissenschaften**. Berlin, p. 291-446, 1843.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FERRARI, F.; PROCOPIAK, L. K.; ALENCAR, Y. B. & LUDWIG, T. A. Eunotiaceae (Bacillariophyceae) em igarapés da Amazônia Central, Manaus e Presidente Figueiredo, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 1, p 1-16, jan./mar. 2007.

GODOI, E. L. **Monitoramento de água superficial densamente poluída - o córrego Pirajuçara, região metropolitana de São Paulo, Brasil**. São Paulo, 2008. 116f. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares de São Paulo.

GOMES, N. A. **Estrutura da comunidade de algas perifíticas no igarapé Água Boa e no rio Cauamé, Município de Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil, ao longo de um ciclo sazonal**. Amazonas. 2000. 306f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Amazonas.

GOMES, N. A. **Limnologia: Estudos e perspectivas para o Estado de Roraima e caracterização limnológica do igarapé Pricumã e avaliação de habitats da microbacia do igarapé Caxangá**. Boa Vista, 2004. 78f. Tese (Professor titular do Centro de Ciências Biológicas). Universidade Federal de Roraima.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D.. **PAST – PAleontological STatistics**, ver. 1.81. 2008. Disponível em: <http://folk.uio.no/chammer/past>. Acesso em: 09 dez. 2010.

HERMANY, G. **Ecologia da comunidade de diatomáceas epilíticas de um sistema de rio de baixa ordem da região hidrográfica do Guaíba: subsídios ao monitoramento ambiental de ecossistemas aquáticos sul brasileiros**. Porto Alegre, 2005, 131f. Dissertação (mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HERMANY, G.; LOBO, E. A.; SCHWARZBOLD, A.; OLIVEIRA, M. A. Ecology of the epilithic diatom community in a low-order stream system of the Guaíba hydrographical region: subsidies to the environmental monitoring of southern Brazilian aquatic systems. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 18, n. 1, p. 9-27. 2006.

HODGSON, D. A.; VYVERMAN, W.; TYLER, P. A. **Diatom of meromictic lakes adjacent to the Gordon River, and of the Gordon River estuary in South-west Tasmania**. Berlin: J. Cramer, 1997. 173p. (Bibliotheca Diatomologica; v. 35).

HUSTEDT, F. Neue und wenig bekkante Diatomeen. III. **Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft**, Berlin, n. 65, p. 133-144. 1952a.

HUSTEDT, F. Neue und wenig bekkante Diatomeen. IV. **Botaniska Notiser**, Lund, n. 103, p. 366-416. 1952b.

HUSTEDT, F. Neue und wenig bekkante Diatomeen. VII. **Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft**, Berlin, n. 68, p. 121-132. 1955a.

HUSTEDT, F. Neue und wenig bekkante Diatomeen. VIII. **Abhandlungen Naturwissenschaftliche Verein zu Bremen**, Bremen, v. 34, n. 1, p. 47-68. 1955b.

HUSTEDT, F. Neue und wenig bekkante Diatomeen. IX. Süßwassers Diatomeen aus Brasilien besondere des Amazonasgebiet. **Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie**, Berlin, v. 50, n. 3, p. 391-410, 1965.

IBGE. **Censo Demográfico de Boa Vista - RR de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: < [http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados _divulgados/index.php?uf=14](http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=14)>. Acesso em: 03 jan. 2011.

INEA. **Qualidade da água**. Rio de Janeiro: INEA, 2010. Disponível em: < <http://www.inea.rj.gov.br/fma/qualidade-agua.asp>>. Acesso em: 28 ago. 2010.

JUNK, W. J.; FURCH, K. Química da água e macrófitas aquáticas de rios e igarapés na Bacia Amazônica e nas áreas adjacentes. **Acta Amazonica**, Manaus, v.10, n.3, p. 611-633, 1980.

KELLY, M. G; WHITTON, B. A. The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v. 7, n. 4, p. 433-444, mar. 1995.

KELLY, M. G. Use of the trophic diatom index to monitor eutrophication in rivers. **Water Research**, Kidlington, v. 32, n. 1, p. 236-242, abr. 1998.

KELLY, M. G.; BENNION, H.; COX EILEEN J.; GOLDSMITH, B.; JAMIESON, J.; JUGGINS, S.; MANN, D. G.; TELFORD, R. J. **Common Freshwater Diatoms of Britain and Ireland**. Disponível em:< <http://craticula.ncl.ac.uk/EADiatomKey/html/Brachysira.html>>. Acesso em: 02 jan. 2011.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT. H. Bacillariophyceae : Naviculaceae. In: ETIL, H.; GERLOFF, I.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. **Süsswasser flora von Mitteleuropa**. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1986. v. 2, n.1, 876p.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: ETTL, H.; GERLOFF, J.; HEYNING, H; MOLLENHAUER, D. **Naviculaceae**. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1991. 576p.

KRAMMER, K. **Diatoms of Europe**: The genus Pinnularia. Koenigstein: Koeltz Scientific Books. v. 1, 2000. 703p.

KOCIOLEK, J. P.; LYON, D.; SPAULDING, S. Revision of the American species of Actinella. In: JAHN, R.; KOCIOLEK, J. P.; WITKOWSKI, A.; CÔMPERE, P. (Eds). LANGE-BERTALOT-Festschrifts. **Studies on Diatoms**. Stuttgart: A. R. G. Gartner Verlag K.G. 2001. p. 131-135.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento.** São Paulo, 2004, 238f. Tese (Doutorado em Ciências na área de ecossistemas aquáticos e terrestres do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo) – Universidade de São Paulo.

LANGE-BERTALOT, H. **Ecology Diversity Taxonomy.** Koenigstein : Koeltz Scientific Books, 1996. (Iconographia Diatomologica; 2).

LIKENS, G. E.; BORMANN, F. H.; PIERCE, R.S.; EATON, J.S.; JOHNSON, N. M. **Biogeochemistry of a forested Ecosystem.** New York: Springer-Verlag,. 1977. 146p.

LOBO, E. A.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la Zona Central de Chile. **Revista Biologia Marina**, Valparaíso, v. 22, p. 1-29, 1986.

LOBO, E. A.; KIRST, A.; COSTA, A. B.; OLIVEIRA, M. A. Estudo da qualidade da água do arroio Boa Vista, município de Carlos Barbosa, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 43-63. 1995.

LOBO, E. A.; COSTA, A. B.; KIRST, A. Avaliação da qualidade da água dos arroios Sampaio, Bonito e Grande, Município de Mato Leitão, RS, Brasil, segundo a resolução do CONAMA 20/86. **Revista Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 4, n. 2, p. 129-146. 1999.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L. Avaliação da qualidade de águas doces continentais com base em algas diatomáceas epilíticas: enfoque metodológico. In: TUCCI, CEM. and MARQUES, DM. (Eds.). **Avaliação e controle da drenagem urbana.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 277- 300.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L. M.; BENDER, E. P. **Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadores da qualidade da água em rios e arroios da região hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil.** Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2002.

LOBO, E. A.; WETZEL, C. E.; BES, D. Avaliação da qualidade da água dos arroios Sampaio, Bonito e Grande, Município de Mato Leitão, RS, Brasil. **Revista Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 7, n. 1, p. 39-53. 2003.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L.; HERMANY, G.; BES, D.; WETZEL, C. E.; OLIVEIRA, M. A. Use of epilithic diatoms as bioindicator from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 16, n. 1, p. 25-40. 2004a.

LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L., HERMANY G.; ECTOR, L. Review of the use of microalgae in South America for monitoring rivers, with special reference to diatoms. **Vie et Milieu**, v. 54, n. 2/3, p. 35-45, 2004b.

LOBO, E. A., BES, D.; TUDESQUE, L.; ECTOR, L. Water quality assessment of the Pardino River, RS, Brazil, using epilithic diatom assemblages and faecal coliforms as biological indicators. **Vie et Milieu**, Banyls-sur-Mer, v. 54, n. 2/3, p. 46-53. 2004c.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L.; WETZEL, C. E.; HERMANY, G. BES, D. Water quality study of Condor and Capivara streams, Porto Alegre municipal district, RS, Brazil, using epilithic diatoms biocenoses as bioindicators. **Oceanological and Hydrobiological Studies**, Gdynia, v. 33, n. 2, p. 77-93. 2004d.

LOWE, R. Periphyton patterns in lakes. In: STEVENSON, R. J.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. (Eds). **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. San Diego: Academic Press. 1996. p. 57-76.

LOWE, R.L.; PAN, Y. Benthic Algal Communities as Biological Monitors. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. (eds.). **Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems**. New York: Academic Press, 1996. p. 31-56.

LOWE, R. L. **Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms**. Environmental Monitoring Series. Cincinnati: U.S. Environmental protectionagency, 1974.

LUDWIG, T. A. V.; CLEUSA, B.; MOÇO, M. C. C.; CERVI, A. C. **Relatório Projeto Ct-Hidro**. Taxonomia de macrófitas aquáticas e de diatomáceas

perifíticas aderidas e seleção de espécies bioindicadoras da qualidade de água de reservatórios da Bacia do Rio Iguaçu, Paraná. Curitiba, 2010. Disponível em: < http://www.uc.pr.gov.br/arquivos/File/Pesquisa%20em%20UCs/resultados%20de%20pesquisa/24_07_Thelma_Veiga_Ludwig.Pdf>. Acesso em: 05 dez. 2010.

LUCHINI, L; VERONA, C. A. **Catálogo de lãs diatomeas argentinas. 1. Diatomeas de aguas continentales.** Buenos Aires: Comisión de Investigaciones de La Provincia de Buenos Aires, 1972. 301p.

MELO, E. G. F.; SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F. Influência antrópica sobre águas de igarapés na cidade de Manaus – Amazonas. **Caminhos de Geografia.** Manaus, v. 6, n. 16, p. 40-47, 2005a.

MELO, S.; REBELO, S. R. M.; SOUZA, K. F.; MENEZES, M. e TORGAN, L. C.. FITOPLÂNTON. In: SANTOS-SILVA, E. N.; APRILE, F. M.; SCUDELLER, V. V.; MELO, S. (Eds). **Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural.** Manaus: INPA, 2005b. 246p.

MELO, S.; TORGAN, L. C.; RAUPP, S. V. Actinella species (Bacillariophyta) from an Amazon black water floodplain lake (Amazonas – Brazil). **Acta Amazonica,** Manaus, v. 40, n. 2, p. 269 – 274, 2010.

METZELTIN, D; LANGE-BERTALOT, H. Tropical diatoms of South America I. In: Lange-Bertalot, H. (Ed). **Iconographia Diatomologica. Annoted Diatom Micographs.** Koenigstein: Koeltz Scientific Books, 1998. v. 5. 695p.

METZELTIN, D; LANGE-BERTALOT, H. Tropical diatoms of South America II. In: Lange-Bertalot, H. (Ed). **Iconographia Diatomologica. Annoted Diatom Micographs.** Koenigstein: Koeltz Scientific Books, 2007. v. 18. 877p.

MILLER, U.; FLORIN, M. Diatom analysis. Introduction to methods and applications. In: Hackens, T.; Miller, U. (Ed). **Geology and Paleogeology for Archaeologists.** 1989, v. 24, p. 133-157.

MORO, R. S.; FÜRSTENBERGER, C. B. **Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não-marinhas.** Ponta-Grossa: Editora UEPG. 1997. 282 p.

NASCIMENTO, L.R.; ABDEFETTAH, S.; TORGAN, L. C.; ALBUQUERQUE, A. L. S. Diatom Assemblage in a Tropical Lake of Northeastern Brazil. **Brazilian**

Archives of Biology and Technology, Curitiba, v.53, n. 1, p. 241-248, jan./fev. 2010.

NEIVA, T. F. **Diatomáceas briofíticas em *sphagnum* l. spp. e *Rhacocarpus inermis* (c.muell.) lindb.** Curitiba, 2005, 255f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná.

NETO, A. P.; MONTEIRO, E. M. G.; DINIZ, I. S.; FURTADO, E. F.; GOMES, N. A. Identificação ambiental das microbacias do município de Boa Vista e sua relação com as algas perifíticas. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE JOÃO PESSOA. 2007. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: CONNEPI, 2007.

OLIVEIRA, M. A., TORGAN, L. C., LOBO, E. A.; SCHARZBOLD, A. Association of periphytic diatom species of artificial substrate in lotic environments in the Arroio Sampaio Basin, RS, Brazil: relationships with abiotic variables. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 61, n. 4, p. 523-540, nov. 2001.

PATRICK, R. Diatoms of northeastern Brazil. Part I. Coscinodiscaceae, Fragilariaceae and Eunotiaceae. **Proceedings of Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, Philadelphia, v. 92, p. 191-226. 1940.

PATRICK, R; REIMER, C. W. **The Diatoms of United States:** exclusive of Alaska and Hawaii. Philadelphia: Academy of Natural Sciences. v.1, n. 13, 1966. 688p.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. **The diatoms of United States.** Philadelphia: Academy of Natural Sciences, v. 2, 1975. 213p.

PEREIRA, A. C. **Pinnulariaceae (Bacillariophyta) de um lago de inundação amazônico (lagoTupé, Amazonas, Brasil): taxonomia e distribuição espacial e sazonal.** Manaus, 2009, 88f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) – Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas.

PLANAS, D. Acidification effects. In: STEVENSON, R. J.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. (Eds). **Algal ecology:** freshwater benthic. New York: Academic Press, 1996. p. 497-532.

PETERSEN, B. J. Observations on some small species of eunotia. **Dansk Botanisk Arkiv**, Kbenhavn, v.16, n. 2, p. 14-28, 1950.

RAVEN, P. H. **Biologia Vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

RAUPP, S. P.; TORGAN, L.; MELO, S. Planktonic diatom composition and abundance in the Amazonian floodplain Cutiuaú Lake are driven by the flood pulse. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 21, n. 2, p. 227-234. 2009.

RIBEIRO, J. S. B. Aspectos limnológicos da UHE de Tucuruí. In: MAGALHÃES, S. B.; BRITTO, R. C.; CASTRO, E. R. (ed.) **Energia na Amazônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi/Universidade Federal do Pará/Associação de Universidades Amazônicas. 1996. p. 259-281.

ROSS, R.; KARAYEVA, N. I.; MANN, O. G.; PADDOCK, T.B.B.; SIMONSEN, R.; SIMS, P. A. An amended terminology for the siliceous components of the diatom cell. *Vanduz. Nova Hedwigia*, Stuttgart, v. 64, p. 513-533, 1979.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. The diatoms: Biology and Morphology of the Genera. New York Cambridge University Press, 1990. 747p.

ROUND, F. E. Diatoms in river water-monitoring studies. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v. 3, p.129-145, 1991.

SALA, S. E.; DUQUE, S. R.; NÚÑEZ-AVELLANEDA, M.; LAMARO A. A. Diatoms from the Colombian Amazon: some species of the genus *eunotia* (Bacillariophyceae). **Acta amazonica**, Manaus, v. 32, n. 4, p. 588-603, 2002.

SALOMONI, S. E. **Diatomáceas epilíticas indicadoras da qualidade de água na bacia do rio Gravataí , Rio Grande do Sul, Brasil**. São Carlos, 2004. 230 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos.

SALOMONI, S. E.; ROCHA, O.; CALLEGARO, V. L.; LOBO, E. A. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 559, n. 2, p. 233-246. 2006.

SANT'ANA, A. C. **Análise multivariada da qualidade da água superficial no município de Boa Vista-RR**. Boa Vista, 2006. 104f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Roraima.

SCHNECK, F. **Ecologia da comunidade de diatomáceas epilíticas em trecho impactado por piscicultura no curso superior do rio das Antas (São José dos Ausentes - RS)**. Porto Alegre, 2007. 115f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SILVA, N.; NETO, R. C.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológicas da água**. São Paulo: Varela, 2005.

SILVA, I. G. **Estrutura e funcionamento da comunidade fitoplanctônica em ambientes lacustres do estado de Roraima, Brasil**. Boa Vista, 2008. 93f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SIOLI, H. Primeira descoberta de um representante de Charophyta na Região Amazônica. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte**, Belém, v. 32, p. 157-164, 1956.

SIOLI, H. The Amazon and its main afluent: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: _____. **The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers. 1984. p. 127-166.

SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos, 2008**. Brasília: SNIS, 2010. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 28 ago. 2010.

SOUZA-MOSIMANN, R. M.; TAVARES, A. S. & FREITAS, V. P. Contribuição ao conhecimento da diatomoflora do conteúdo estomacal de algumas espécies de peixes da Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 27, n. 1, p. 9-25. 1997.

STEVENSON, R.J. Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. **Journal of the North America Benthological Society**, Lawrence, v.16, n. 1, p. 248-262, mar. 1997.

STOSCH, H. A. Methoden zur preparation kleinerer oder zarter Kieselkörper für die elektronen und Lichtmikroskopie, insbesondere von Diatomeen und bei geringen Materialmengen. **Zeitschrift für Wissenschaftlichen Mikroskopie**, Braunschweig, n. 70, p. 29-32, 1970.

TAYLOR, J.C.; PRYGIEL, J.; VOSLOO, A.; PIETER, A.; REY, D.; RANSBURG, L.V. Can diatom-based pollution indices be used for biomonitoring in South Africa? A case study of the Crocodile West and Marico water management area. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 592, n.1, p. 455-464, 2007.

TORGAN, L. C. Estudo taxonômico de diatomáceas (Bacillariophyceae) da represa de Água Belas, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, n.33, p. 17- 105, 1985.

TORGAN, L. C.; BIANCAMANO, M. I. Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) referidos para o estado do Rio Grande do Sul, no período de 1973 a 1990. **Caderno de Pesquisa Serie Botânica**, Santa Cruz do Sul, v. 3. n. 1. p. 1 – 201, 1991.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, 2003.

UHERKOVICH, G. Algen aus einigen Gewässen Amazoniens. **Amazoniana**, Kiel, v. 7, n. 2, p. 191-219, 1981.

UHERKOVICH, G; RAI, H. Algens aus den Rio Negro und seinen Nebenflüssen. **Amazoniana**, Kiel, v.6, n. 4, p. 611-638, 1979.

UHERKOVICH, G. Phytoplankton. In: SIOLI, H. **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty river and its basin**. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 1984. p. 295-310.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés Botucatu - SP. **Eclética Química**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 49-66, 1997.

VAN DAM, H.; MERTENS, A.; SINKELDAM, J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. **Netherlands Journal Aquatic Ecology**, Amsterdam, v. 28, n.1, p. 117-133. 1994.

VERAS, A. T. R; SOUZA, V. **Relatório ambiental do igarapé Caranã**. Boa Vista. 64p. 2010.

VITAL, M. J. S. **Boa Vista-RR: o monitoramento dos recursos hídricos e a necessidade de indicadores ambientais**. Boa Vista, 2004. 106f. Tese (Professor Titular do Centro de Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Roraima.

VILELA, C. G. Diatomáceas. In: CARVALHO, I. S. (Ed). **Paleontologia**, 2004. p. 319-326.

VOUILLLOUD, A. A.; SALA, S. E.; AVELLANEDA, M. N.; DUQUE, S. R. Diatoms from the Colombian and Peruvian Amazon: the Genera *Encyonema*, *Encyonopsis* and *Gomphonema* (Cymbellales: Bacillariophyceae). **Revista de Biologia Tropical**, San José, v. 58, n. 1, mar. 2010.

VYVERMAN, W. **Diatoms from Papua New Guinea**. Berlin: J. Cramer, 1991. 223p, (Bibliotheca Diatomologica; v. 22).

VYVERMAN, W.; VYVERMAN, R.; HODGSON, D.; TYLER, P. Diatoms from Tasmanian Mountain lakes: a reference dataset (TASDIAT) for environmental reconstruction and a systematic and autecological study. **Bibliot. Diatomol.** n. 33, p. 1-192, 1995.

WATANABE, T. Perifiton. Comparação de metodologias empregadas para caracterizar o nível de poluição das águas. **Acta limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 3, n. p. 598 – 615, 1990.

WETZEL, C. E.; LOBO, E. A.; OLIVEIRA, M. A.; BES, D.; HERMANY, G. Diatomáceas epilíticas relacionadas a fatores ambientais em diferentes trechos dos rios Pardo e Pardinho, Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil: Resultados preliminares. **Caderno de Pesquisa Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 2, p. 17-38, jul/dez. 2002.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

WHITMORE, T. J. Florida diatom assemblages as indicators of trophic state and pH. **Limnology Oceanography**, Flórida, v. 34, n. 4, p. 882-895, 1989.

WHITTON, B. A.; ROTT, E.; FRIEDRICH, G. Use of algae for monitoring rivers. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM HELD AT THE LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN, Düsseldorf, 1991. **Proceedings...** Innsbruck: E. Rott, 1991. 193p.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 3. ed. New Jersey: Prentice-Hall International. 1996.

GLOSSÁRIO

Acidobiônico¹: diatomáceas com melhor desenvolvimento em pH menor que 5,5.

Acidófilo¹: diatomáceas com melhor desenvolvimento em pH abaixo de 7,0.

Alcaliófilo¹: diatomáceas que preferem habitats com valores de pH maiores que 7,0.

Anoxia¹: Ausência de oxigênio.

Bêntico¹: pertencente ou vivendo nos bentos.

Cintura, cíngulo ou pleura⁴: conjunto de elementos situados entre as valvas.

Circumneutro¹: diatomáceas com maior desenvolvimento em pH em torno de 7,0.

Distrófico¹: característica de águas ricas em substâncias húmicas.

Epifítico¹: algas aderidas a outras algas ou plantas aquáticas.

Epilítico¹: algas aderidas a rochas, cimento, lâminas de vidro, ou superfícies duras similares.

Epipélico¹: algas que vivem sobre ou dentro do sedimento.

Estria⁴: uma ou mais fileiras de aréolas ou poros, ou em alvéolos, podendo ser uni, bi ou multisseriadas.

Euterma¹: Vive em temperaturas acima de 30°C.

Eutrófico¹: presença de elevadas concentrações de nutrientes e de biomassa, reduzida transparência e baixas concentrações de oxigênio nas zonas mais profundas, nas quais pode mesmo ocorrer anoxia sobre tudo no período de estratificação do Verão.

Frústula²: formada por elementos silicosos da parede celular das diatomáceas. Compreende a epivalva e a hipovalva, o epicíngulo e o hipocíngulo.

Halóforo¹: não tolera sal.

Hipoxia¹: Baixo teor de oxigênio.

Litoral¹: vive nas margens de lagos pouco profundos, geralmente associados ao perifíton.

Mesotrófico¹: estado intermédio de evolução entre o oligotrófico e o eutrófico.

Muscícola¹: caso particular de epifitismo em que o substrato é uma briófita.

Nódulo⁴: espessamento interno da parede celular que ocorre na região mediana e nas extremidades da valva.

Oligotrófico¹: massas de água com baixas produtividade e biomassa, associadas a baixas concentrações de nutrientes e elevados teores de oxigênio dissolvido.

Perifítico¹: vive fixo a um substrato ou objeto submerso na água – engloba o epifíton, epilíton, epipélon e epipsâmion.

Planctônico¹: vive em suspensão na água.

Rafe²: fenda alongada ou par de fendas, através da parede valvar.

Valva²: uma das estruturas distais que se opõem, mais ou menos achatadas ou convexas, da frústula das diatomáceas.

Vista pleural³: na qual a cintura está exposta.

Vista valvar³: na qual a superfície valvar é a visível.

1. LOWE (1974)
2. ROSS et al. (1979)
3. CUPP (1943)
4. BICUDO; MENEZES (2006)

APÊNDICES

Apêndice A

Prancha 1

Figura 1: *Actinella mirabilis* (Eulenstein ex Grunow) Grunow

Figura 2: *Brachysira rostrata* (Krasske) Metzeltin e Lange-Bertalot

Figura 3: *Brachysira* sp.

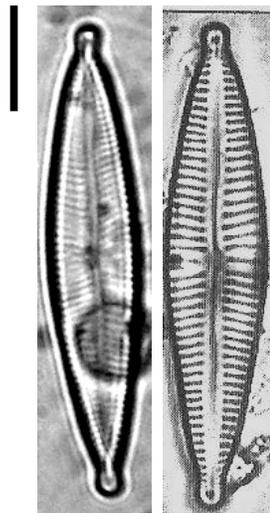
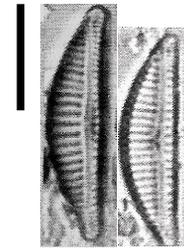
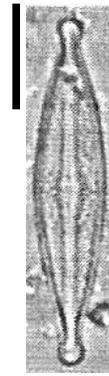
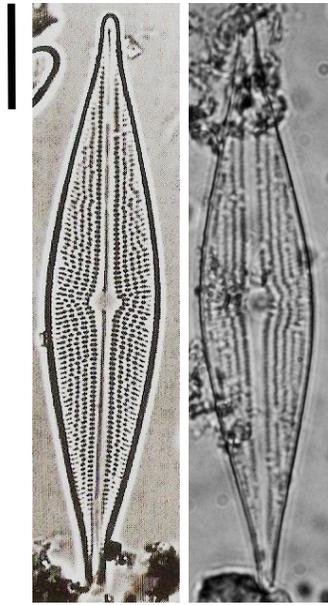
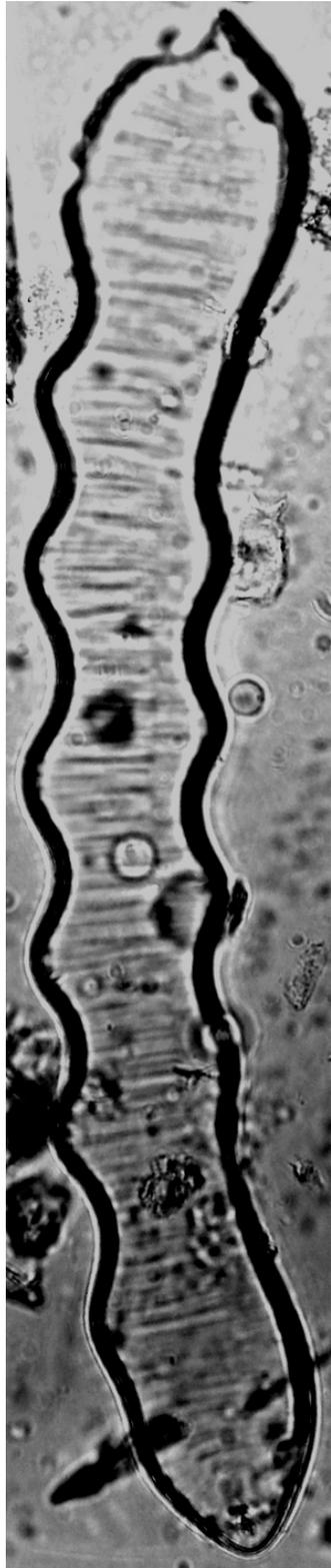
Figura 4: *Encyonema perminutum* Krammer

Figura 5: *Encyonopsis frequentis* Krammer

Figura 6: *Fragilaria javanica* Hustedt

Escala: 10 µm

PRANCHA 1



Apêndice B

Prancha 2

Figura 7: *Eunotia yanomami* Metzeltin e Lange-Bertalot

Figura 8: *Eunotia transfuga*

Figura 9: *Eunotia* cf. *bilunaris* (Ehrenberg) Mills

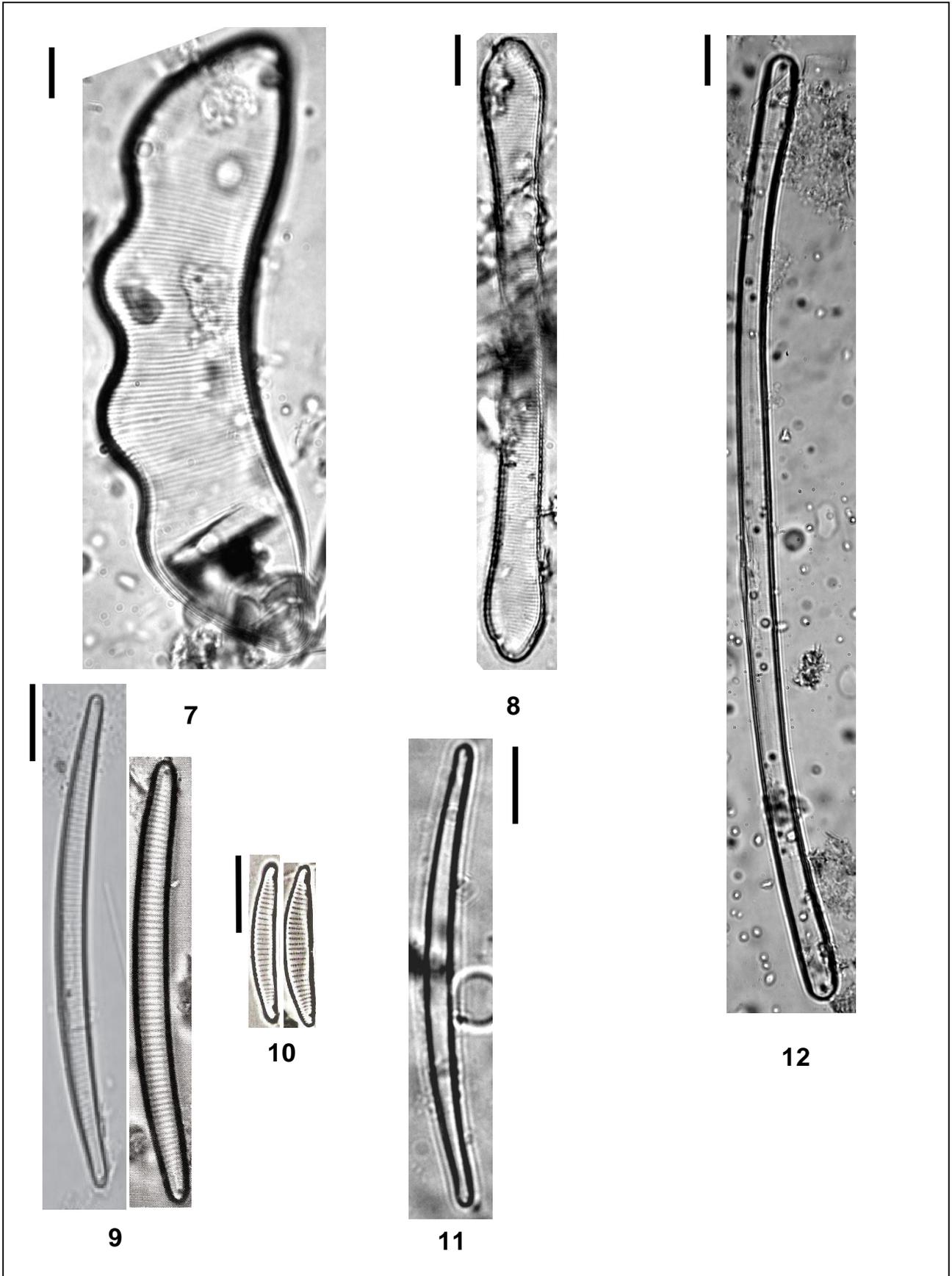
Figura 10: *Eunotia incisa* Gregory var. *incisa*

Figura 11: *Eunotia paludosa* Grunow

Figura 12: *Eunotia synedraeformis* var. *angustata*

Escala: 10 µm

PRANCHA 2



Apêndice C

Prancha 3

Figura 13: *Frustulia rhomboides* (Ehernberg) De Toni var. *rhomboides*

Figura 14: *Frustulia saxonica* Rabenhorst sensu Lange-Bertalot

Figura 15: *Gomphonema archeovibrio* Lange-Bertalot e Reichardt

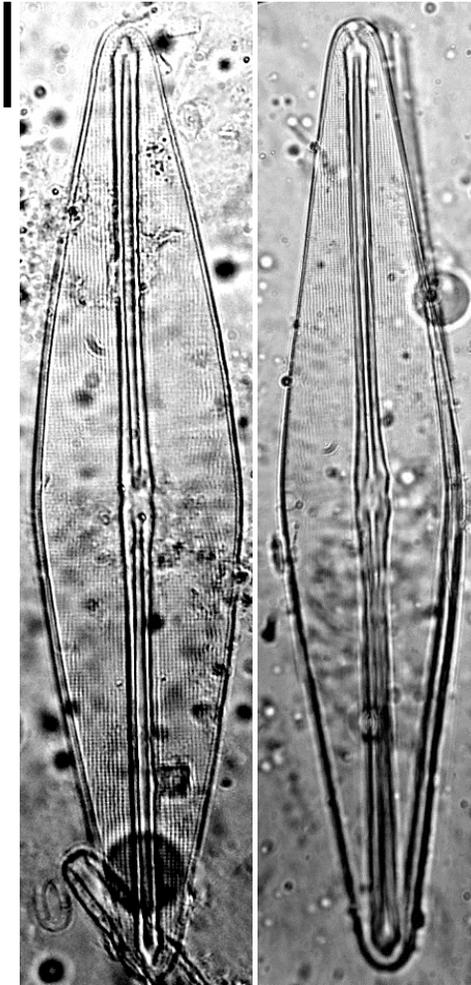
Figura 16: *Frustulia* sp.

Figura 17: *Frustulia undosa*

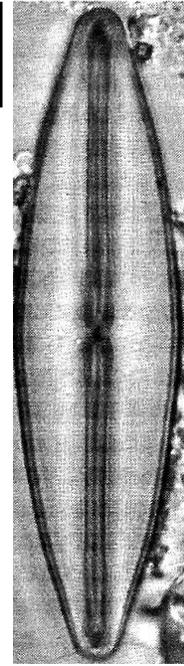
Figura 18: *Gomphonema lagenula* Kützing

Escala: 10 µm

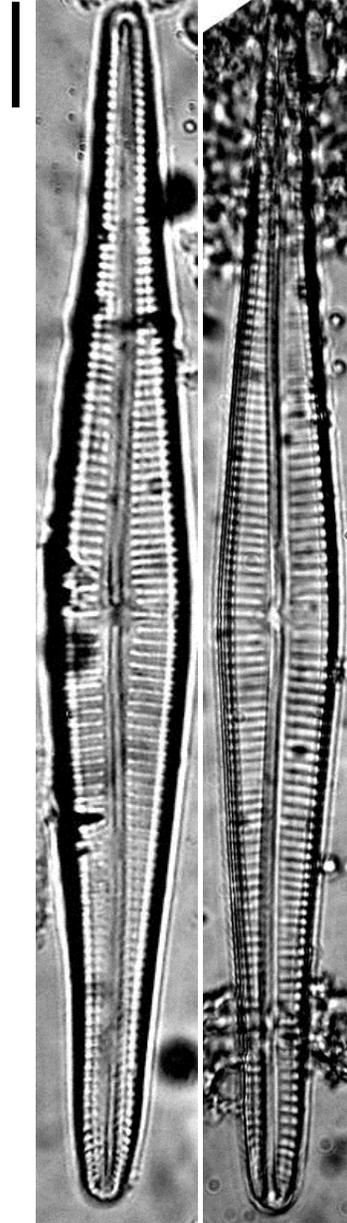
PRANCHA 3



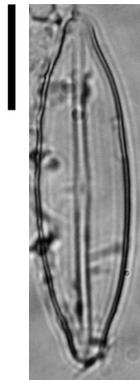
13



14



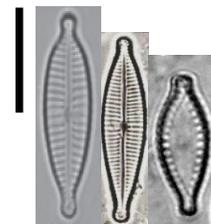
15



16



17



18

Apêndice D

Prancha 4

Figura 19: *Luticola monita* (Hustedt) D.G. Mann

Figura 20: *Pinnularia brauniana* (Grunow) Mills

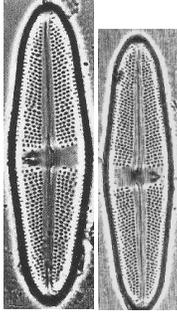
Figura 21: *Pinnularia divergens* W. Smith (sensu lato)

Figura 22: *Stenopterobia delicatissima* (Lewis) Van Heurck sensu lato

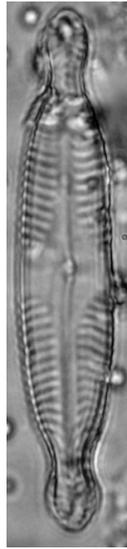
Figura 23: *Surirella linearis* var. *constricta* Grunow

Escala: 10 µm

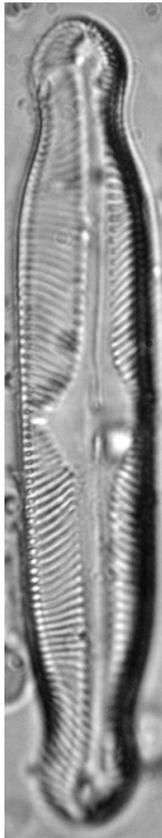
PRANCHA 4



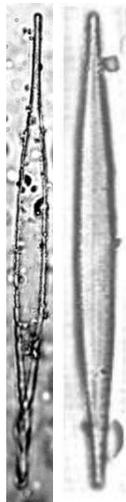
19



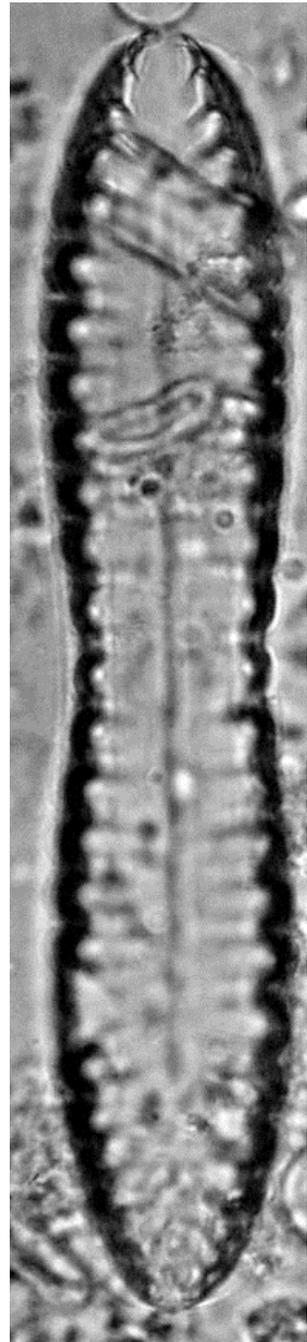
20



21



22



23

Apêndice E

Dado referente às amostras coletadas de diatomáceas no período de 2009 a 2010 no igarapé Caranã, Boa Vista – RR.

Número da amostra	Mês	Ano	Ponto de coleta	Número da lâmina
01	Novembro	2009	1	0001
02	Novembro	2009	2	0002
03	Novembro	2009	3	0003
04	Novembro	2009	4	0004
05	Dezembro	2009	1	0005
06	Dezembro	2009	2	0006
07	Dezembro	2009	3	0007
08	Dezembro	2009	4	0008
09	Fevereiro	2010	1	0009
10	Fevereiro	2010	2	0010
11	Fevereiro	2010	3	0011
12	Fevereiro	2010	4	0012
13	Abril	2010	1	0013
14	Abril	2010	2	0014
15	Abril	2010	3	0015
16	Abril	2010	4	0016
17	Maio	2010	1	0017
18	Maio	2010	2	0018
19	Maio	2010	3	0019
20	Junho	2010	1	0020
21	Junho	2010	2	0021
22	Junho	2010	3	0022